RESEARCH REPORT

COMMUNITY ENERGY MANAGEMENT– FOUNDATION PAPER

HEALTHY
HOUSING AND
COMMUNITIES
SERIES

CMHC SCHL

HOME TO CANADIANS
Canada

CMHC—Home to Canadians

Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) is home to Canadians. In everything we do, we help Canadians live in safe, secure homes. As the Government of Canada's national housing agency, we play a major role in Canada's housing industry. CMHC develops new ways to finance home purchases. We encourage innovation in housing design and technology. Our mortgage loan insurance helps Canadians realize their dream of owning a home.

Canadians benefit from our work with public, private and not-for-profit partners to improve the quality, accessibility and affordability of housing everywhere in Canada.

CMHC assistance helps low-income and older Canadians, people with disabilities and Aboriginals live in decent, affordable homes. We create jobs for Canadians with products and services that help the housing industry export its knowledge and skills to other countries.

CMHC's leading-edge research improves the quality and affordability of housing. To help Canadians benefit from our housing expertise and make informed decisions, CMHC has become Canada's largest publisher of housing information. We also have Canada's most comprehensive selection of information about homes and housing.

Canadians can easily access our information through retail outlets and CMHC's regional offices.
You can also reach us by phone at
1 800 668-2642 (outside Canada, (613) 748-2003)
by fax at (613) 748-4069
To reach us online, visit our home page at <www.cmhc-schl.gc.ca>

Canada Mortgage and Housing Corporation supports the Government of Canada policy on access to information for people with disabilities. If you wish to obtain this publication in alternative formats, call 1 800 668-2642.

101-00375/

Community Energy Management – Foundation Paper

Prepared for:
David D'Amour (CMHC),
Co-chairman,
Community Energy Planning Subcommittee
Municipalities Table
National Climate Change Process

By:
Torrie Smith Associates

One of the ways CMHC contributes to the improvement of housing and living conditions in Canada is by communicating the results of its research. Contact CMHC for a list of available information products on a variety of social, economic, environmental and technical housing-related topics.

For more information call 1 800 668-2642 or visit us on the Internet: <www.cmhc-schl.gc.ca>

Cette publication est aussi disponible en français sous le titre : *Gestion communautaire de l'énergie : document de base*, PF 0354.

This research project was (partially) funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC). The contents, views and editorial quality of this report are the responsibility of the author(s) and CMHC accepts no responsibility for them or any consequences arising from the reader's use of the information, materials and techniques described herein.

Canadian Cataloguing in Publication Data

Main entry under title:

Community energy management: foundation paper

Issued also in French under title: Gestion communautaire de l'énergie : document de base

ISBN 0-660-17890-7
Cat. no. NH15-331/1999E

1. Energy policy – Canada
2. Urban ecology – Canada
3. City planning – Energy conservation – Canada
4. Greenhouse gases – Environmental aspects – Canada
I. Torrie Smith Associates, Inc.
II. Canada Mortgage and Housing Corporation

HD9502.C65 1999 333.79 C99-980360-3

© 2000 Canada Mortgage and Housing Corporation
All rights reserved. No portion of this book may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, mechanical, electronic, photocopying, recording or otherwise without the prior written permission of Canada Mortgage and Housing Corporation. Without limiting the generality of the foregoing, no portion of this book may be translated from English into any other language without the prior written permission of Canada Mortgage and Housing Corporation.

Printed in Canada
Produced by CMHC

TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION AND BACKGROUND 1

ENERGY USE IN CANADA AND THE SCOPE FOR COMMUNITY ENERGY MANAGEMENT 4

LAND USE, URBAN FORM AND GREENHOUSE GAS EMISSIONS 6

Transportation, Energy and Land-Use Patterns in Different Cities 6

Making the Connections 8

Reduced Mobility: The Potential for Emissions Reductions 11

DISTRICT ENERGY SYSTEMS 14

The Technology and Its Strategic Importance 14

District Heating in Canada 15

Key Considerations for the Implementation of District Energy Systems 16

Quantifying the District Energy Potential 18

COMMUNITY ENERGY PLANNING AND THE POTENTIAL FOR GREENHOUSE GAS EMISSION REDUCTION 20

Energy for Sustainable Communities 20

Community Energy Management: The Economic Benefits 24

The Eco-Village: Shape of the Future? 26

How Important Could Community Energy Planning Be to Greenhouse Gas Reduction? 27

CONCLUDING COMMENTS 29

BIBLIOGRAPHY 30

LIST OF TABLES

Table 1: Hierarchy of Energy-Related Choices 3

Table 2: Community Greenhouse Gas Emissions in Canada, 1990 4

Table 3: Key Transport, Land Use and Economic Data for 37 Cities, 1990 7

Table 4: Typical Densities of Different House Forms 8

Table 5: Growth and Change Within Canadian Urban-Centred Regions (UCRs), 1981-86 8

Table 6: Influence of Urban Form on Energy Demand 13

Table 7: Some District Energy Systems in Canada, 1990 16

Table 8: Linear Infrastructure Requirements of Different Housing Types 25

LIST OF FIGURES

Figure 1: Greenhouse Gas Emissions from Community Energy Use, by Sector and Fuel, 1990 5

Figure 2: Greenhouse Gas Emissions from Community Energy Use, by Sector and End Use, 1990 5

INTRODUCTION AND BACKGROUND

Municipalities are not just locations where a great deal of energy is used and other activities take place that affect the level of greenhouse gas emissions and sinks. Municipalities are integrated systems that can be designed and planned to reduce energy requirements and enhance greenhouse gas sinks. A key component of this broader strategic approach is community energy management (CEM)—the integration of energy considerations into municipal planning and management processes in a way that can yield multiple benefits that exceed the impacts of individual and disjointed initiatives.

Recognizing the central importance of community energy management to effective and sustainable greenhouse gas mitigation at the local level, the Municipalities Table formed the Subcommittee on Community Energy Planning. With support from Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC), the Subcommittee developed this paper to elaborate on the importance of CEM to greenhouse gas mitigation and to suggest possible directions for the future work of the Municipalities Table in this area.

Community energy management includes two broad initiatives that have taken root in the Canadian planning profession.

The first is a move to change the way neighbourhoods, towns, cities and regions are designed. The overarching objective is to create more "livable" communities with affordable housing in attractive environments that improve accessibility to services and employment, preserve green space, reduce pollution and noise and, generally, create a safer urban landscape with a greater sense of place and community. The livable communities concept has spawned several urban planning initiatives such as neo-traditional urban design, pedestrian-oriented development, co-housing and eco-villages. In these and other initiatives, the more efficient use of energy and the reduction of waste are key features, including strategies for reducing automobile dependence. The resulting cost savings accrue to developers, the local government and consumers as a lower investment per household in the construction and maintenance of urban infrastructure (roads, sewers, water mains, utilities) and as lower fuel and electricity costs—savings that can be recycled in the community for additional economic development and environmental improvements.

The second broad set of initiatives that falls under the rubric of community energy planning is the extension of energy-focussed management and planning exercises, including demand-side management (DSM) and integrated resource planning (IRP). These exercises focus on meeting society's energy service needs in ways that minimize energy throughput, with potential economic and environmental benefits. Integrated resource planning has been used extensively by electric and natural gas utilities to assess choices between new supply and demand-side management alternatives. DSM and IRP within the community energy management context are directed at choices about energy delivery systems (district heating and cooling, combined heat and power, renewable energy), and building energy and resource efficiency (passive solar design, reduced building heat loss, reduced water consumption and wastewater production).

This paper explores the potential for community energy planning to contribute to the reduction of greenhouse gas emissions in Canada. The discussion begins by defining CEM and its role in achieving larger community goals such as reducing public sector expenditures, job creation and improving the quality of life. This discussion is in the context of the level and pattern of energy use in Canadian communities, particularly the portion that is subject to the influence of CEM initiatives. Two aspects of CEM are examined in some detail: the relationship between land use and energy use, and the potential for district energy systems in Canadian communities.

There is a powerful relationship between urban spatial structure and energy efficiency. The density, mix and arrangement of land uses in a community heavily influence the amount and mode of travel and, therefore, transportation energy use and its associated environmental impacts. These same urban characteristics also affect the amount of energy needed to heat and cool buildings, and to build and operate community infrastructure. Communities affect the efficiency of energy production, distribution and use by the planning and design choices they make. Communities can improve their environments, economies and quality of life by being aware of the energy consequences of their choices. These widespread benefits are due to the integral nature of energy in communities, where efficiency gains in one sector lead to related improvements in other sectors.

Because of energy's pervasive influence in a community, creating a comprehensive plan for the efficient use of both non-renewable and renewable resources is a good strategy for simultaneously accomplishing other community goals.

- *Improve air quality and reduce greenhouse gas emissions.* Fewer automobile trips and more efficient houses and businesses result in significantly lower local air pollution and greenhouse gas emissions, especially carbon dioxide (CO_2).

- *Affordable housing.* Compact developments can help create more affordable housing, and lower home energy and gasoline bills can improve eligibility for home financing and reduce rental costs.

- *Less traffic congestion and better mobility.* Easy and safe access to transit and mixing land uses reduces auto use, traffic congestion and gasoline consumption.

- *Reduce cost of providing public services.* Compact development reduces the length of water, sewer, natural gas and electric lines, thereby saving construction, operating and maintenance dollars for both the public and private sectors.

- *Open space and agricultural land preservation.* Efficient development of compact regions and cities reduces sprawl and preserves carbon emission sinks.

- *Increase personal and business income.* Energy savings become disposable income for individuals and working capital for businesses, keeping more dollars in the local economy and increasing spending on community infrastructure.

- *Job retention and creation.* Reduced commercial and industrial energy costs and local reinvestment of savings help to protect existing jobs and may create new jobs.

It is the connection between these community development goals and the underlying energy system in the community that has led to the identification of CEM as an approach to sustainable community development.

CEM typically encompasses the following measures:

- *land use planning* (zoning for specific land uses, land use densities and land use patterns);
- *transportation management* (traffic management, developing high occupancy vehicles, transit, walking and cycling infrastructure and services);
- *influencing site design* (encouraging designs that improve the economics of energy efficiency measures, alternative energy supply technologies and the use of passive solar energy and microclimatic considerations); and
- fostering efficient and environmentally *benign energy supply and delivery systems* (district energy systems using, in some cases, renewable or waste energy).

Jaccard et al. (1997) depict the relevance of urban land use patterns and urban infrastructure to energy policy by representing the determinants of energy demand in a hierarchy of energy-related choices (see Table 1). At the top of the hierarchy are very slow moving features that are largely determined by decisions made in the public sector

and investment provided by public funds—the basic land use pattern (urban form) and associated infrastructure. We know that both land use decisions and infrastructure investments have a profound and long-lasting influence on the level of energy use in the community—community energy planning focusses on these connections and brings energy considerations explicitly into the community planning process.

Table 1
Hierarchy of energy-related choices

Level 1. Infrastructure and Land Use Patterns	
• Density • Mix of land uses • Energy supply infrastructure • Transportation networks	⇦ Local plans, master plans, property tax structure, lot levies, rights-of-way allocation
Level 2. Major Production Processes, Transportation Modes and Buildings	
• Choice of industrial process • Choice of transportation mode • Building and site design	⇦ Local codes and standards, user fees, parking policies and pricing, local demand management programs, industrial and economic development policies
Level 3. Energy-Using Equipment	
• Transit vehicles • Heating, ventilation and air conditioning (HVAC) systems • Appliances • Motors	⇦ Local procurement practices, influence of local codes and regulations, education programs

Density and land use patterns affect the level of energy service requirements (e.g., commuter distances), the design of intra-urban transportation systems, the character of energy transmission systems, the potential for waste utilization and the possibilities for alternative energy supply systems. Changes in land use and urban form occur over a long period (from 10 years to a century) and, collectively, they have a profound impact on energy consumption and greenhouse gas emissions. Change in land use not only occurs slowly, it also occurs incrementally. As such, land use decisions made today may not have a large immediate impact on energy use, but will affect that usage for a long time to come. Small incremental change may eventually lead to large changes in energy consumption and greenhouse gas emissions. Conversely, land use decisions that support resource consumptive activities represent a lost opportunity that will last for an equally long period.

Further down the hierarchy represented by Figure 1 are the production processes, transportation modes, building site designs and individual energy-using technologies. Decisions about technologies and processes tend to be made on a more frequent and short-term basis toward the bottom of the hierarchy, more often by individual firms and households than by government. But the influence of the community extends, or can extend, to these decisions as well, through the myriad of ways local governments influence choices in the community. Community energy planning operates from a comprehensive and long-term view of energy use in the community, seeking to create the conditions and influence choices for sustainable community development.

ENERGY USE IN CANADA AND THE SCOPE FOR COMMUNITY ENERGY MANAGEMENT

The scope for CEM includes all the energy use over which the decisions and mandate of the local government have at least some control or influence: residential and commercial buildings, intra-city road transportation and transit, and general manufacturing establishments. In assigning greenhouse gas emissions to this energy use, we have used the technique of end use allocation of emissions: the emissions of power plants have been prorated over end use kilowatt-hours of electricity, and the emissions of the fossil fuel industry have been prorated over the end use consumption of fuels. This method corresponds to the principle of "polluter pays" allocation of responsibility, to an end use demand orientation to mitigation strategy and to an equitable distribution across Canada (and to U.S. importers) of the emissions that occur in the fuel producing regions of the country.

The results are shown in Table 2, indicating that fully 50 per cent of the greenhouse gas emissions in the country are under the direct or indirect control and influence of local governments. The total makes it clear why municipal government engagement is a necessary condition for any successful national climate strategy, and why the potential of community energy management is so important.

With full cycle end use allocation, the energy-related emissions in Table 2 total 296 megatonnes, of which oil fuels (mainly gasoline and diesel fuels for transportation) contribute 50 per cent and natural gas and electricity contribute about 25 per cent each. The size and oil dependence of the transportation sector is immediately obvious, accounting for fully 40 per cent of total energy-related emissions and over 80 per cent of oil fuel emissions. The contribution from electricity averages about 25 per cent on a national basis, but this varies widely due to the range of CO_2 intensity between the hydro-dependent and the coal-dependent provinces/territories.

With regard to the end use breakdown, the largest categories are heat and transportation fuels, even

Table 2
Community greenhouse gas emissions in Canada, 1990

(Full cycle end use allocation of emissions for both electricity and fossil fuels[1])

End Use Sector	Megatonnes of CO_2 in 1990
Residential Buildings Energy Use	**84**
Space heating	47.6
Water heating	19.2
Appliances and other electric load	17.3
Commercial and Institutional Buildings Energy Use	**53**
Space heating	26.6
Water heating	3.4
Lighting	8.0
Heating, ventilating and air conditioning systems	6.4
Other electric loads	8.6
Industry Energy Use[2]	**31**
Space and process heat	23.2
Motors	4.9
Lighting and other electric loads	3.0
Energy for Personal and Freight Transportation in Communities[3]	**110**
Personal transportation	77
Freight transportation	33
Landfill Methane	**18**
Total	**296**

Notes:
1. The end use allocation technique used to develop this inventory assigns greenhouse gas emissions from electricity generation and from oil and gas production and refining to the end users of electricity and fossil fuels. Assigning the emissions of the oil and gas industry and the electric utilities to the end users of energy gives a clearer picture of the greenhouse gas emissions associated with energy-using behaviour. This approach focusses attention where the largest long-term opportunities for emission reductions exist—where the fuels and electricity are being used. Such a focus does not remove the incentive for oil and gas producers and electric utilities to produce efficient, low-carbon products because in any future that includes greenhouse gas mitigation, there will be a premium value associated with no-carbon and lower-carbon products. The end use allocation method has the additional advantage of levelling the great (and divisive) regional disparities that result from source allocation schemes in which the oil and gas producing regions are assigned a disproportionately large share of the national greenhouse gas emission inventory.
2. Excludes petroleum refining, pulp and paper, iron and steel, industrial chemicals, mining, primary smelting and refining, cement, non-metallic minerals.
3. Excludes air, rail and marine travel, inter-city movement of people and freight.

Source:
Torrie Smith Associates Greenhouse Gas Emissions Model.

Figure 1:
Greenhouse gas emissions from community energy use, by sector and fuel, 1990

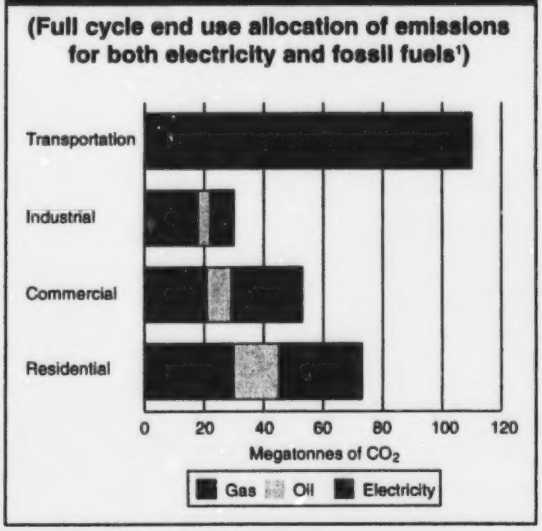
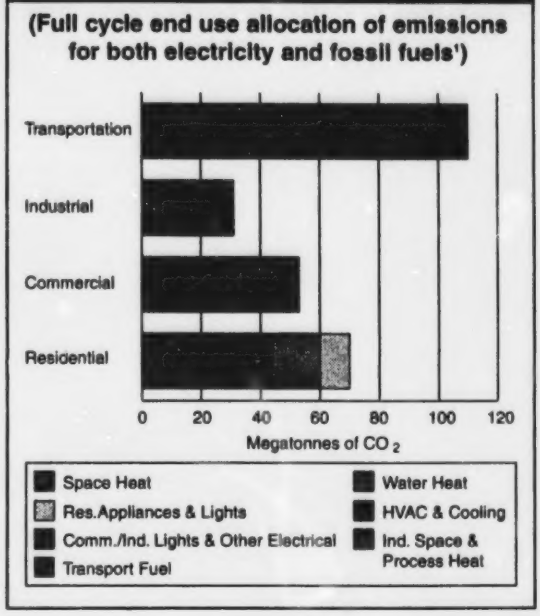


Figure 2:
Greenhouse gas emissions from community energy use, by sector and end use, 1990



though these data do not include the most heat intensive industries or air, rail, marine and inter-city road transportation (all of which have been excluded from our definition of community energy). Heat and transportation fuels contribute about 42 per cent each to the total, with various electrical loads (motors, lights, appliances, HVAC systems, plug load, etc.) making up the remaining 16 per cent. These percentages are about the national averages and will vary from community to community, but are sufficient for illustrating the necessary elements of community energy planning for greenhouse gas emission reduction.

Transportation, Energy and Land-Use Patterns in Different Cities

In their empirical study of cities around the world, Newman and Kenworthy (1989) compiled compelling evidence of the inverse relation between density and transportation energy use in urban communities. Table 3 presents some of the indicator data they collected from a group of cities around the world. They concluded that at densities below 20 persons/ha, and at household sizes and land uses common to San Francisco area cities, there is a marked increase in driving, and below 30 persons/ha, bus service becomes poor. They recommend densities above 30 to 40 persons/ha for public transit-oriented urban lifestyles. Typical densities for different housing types are provided in Table 4, and population densities by city size in Canada are provided in Table 5.

There are several important conclusions that can be drawn from studying Table 3. First, density and car use are inversely correlated, while there is a direct correlation between density and percentage of passenger travel on transit. On a broad scale, these conclusions hold true, regardless of the cultural context of the city. Nonetheless, a closer examination of cities between and within different cultural milieus shows that other factors also influence car and public transit use. These include access to highways, congestion, distribution of wealth and demographic factors.

Dunphy and Fisher (1993), in a study of factors influencing transportation energy use in American cities, noted that U.S. cities with a larger poor inner-city population tended to have higher transit use and less car use than other U.S. cities. This factor is referred to as a transit system's "captive market," because these residents have few transportation choices other than public transit. Dunphy and Fisher (1993:10) also noted that in cities, such as New York, which have very high degrees of traffic congestion, many city dwellers have simply given up on car use as a viable means of transportation. The decision not to use the car in New York is also due to a good public transit system and a rich network of established services available at the neighbourhood level. The same study also noted that suburban residents tended to be in a different phase of the life cycle than inner-city dwellers. More couples with young children tended to live in the suburbs, while singles and couples with no children tended to live in the inner city.

On average, young families require greater access to services than do single individuals and couples with no children. This factor is significant, as it would tend to act as a "multiplier" to low-density, dispersed development patterns in terms of increasing auto travel.

Culture plays a crucial role in the manner in which cities with a history of low-density development achieve higher densities and more mixed uses. While there seems to be a greater acceptance of moves to limit car use in European cities, North Americans may not take to such policies so readily. However, some evidence suggests that when presented with some realistic alternatives to traditional suburban development, North Americans may move to higher-density and mixed-use alternatives. Opportunities for residential intensification in existing neighbourhoods exist in most Canadian cities. In the city of Ottawa for example, a June 1994 evaluation of lots for very low-density uses showed that 17,200 lots have the potential to be subdivided, and there are thousands of hectares of open space, some parts of which could be used for residential purposes. In the city of Toronto, an estimated 800 hectares of under-used land could be devoted to residential intensification, and about 2,200 hectares in the suburbs of Scarborough, North York and Etobicoke could be redeveloped in this way (D'Amour, 1993: 26). However, to achieve this, regulatory reform and public education to overcome public opposition would be required.

Table 3
Key transport, land use and economic data for 37 cities, 1990

City	Car use per capita (km)	% of total passenger km on transit	Roads per capita (metres)	Urban density (persons/ha)	GRP per capita (US$ 1990)
Australian					
Perth	7,203	4.3	10.7	10.6	17,697
Adelaide	6,690	4.9	8.0	11.8	19,671
Brisbane	6,467	7.4	8.2	9.8	18,737
Melbourne	6,436	7.9	7.7	14.9	21,088
Sydney	5,885	15.6	6.2	16.8	21,520
Average	**6,536**	**8.1**	**8.2**	**12.8**	**19,761**
American					
Phoenix	11,608	0.8	9.6	10.5	20,555
Denver	10,011	1.5	7.6	12.8	24,533
Boston	10,280	3.5	6.7	12.0	27,783
Houston	13,016	1.1	11.7	9.5	26,155
Washington	11,182	4.6	5.2	13.7	35,882
San Francisco	11,933	5.2	4.6	16.0	31,143
Detroit	11,239	1.1	6.0	12.8	22,538
Chicago	9,525	5.4	5.2	16.6	26,038
Los Angeles	11,587	2.1	3.8	23.9	24,894
New York	8,317	10.8	4.6	19.2	28,703
Average	**10,870**	**3.6**	**6.5**	**14.7**	**26,822**
Canadian					
Toronto	5,019	23.6	2.6	41.5	22,572
European					
Frankfurt	5,893	12.1	2.0	46.6	35,126
Amsterdam	3,977	14.0	2.6	48.8	25,211
Zurich	5,197	24.2	4.0	47.1	44,845
Brussels	4,864	17.3	2.1	74.9	30,087
Munich	4,202	29.4	1.8	53.6	36,255
Stockholm	4,636	27.3	2.2	53.1	33,235
Vienna	3,964	31.6	1.8	68.3	28,021
Hamburg	5,061	15.3	2.6	39.8	30,421
Copenhagen	4,558	17.2	4.6	28.6	29,900
London	3,892	29.9	2.0	42.3	22,215
Paris	3,459	30.5	0.9	46.1	33,609
Average	**4,519**	**22.6**	**2.4**	**49.9**	**31,721**
Wealthy Asian					
Singapore	1,864	46.7	1.1	86.8	12,939
Tokyo	2,103	63.4	1.9	104.4	36,953
Hong Kong	493	82.3	0.3	300.5	14,101
Average	**1,487**	**64.1**	**1.1**	**163.9**	**21,331**
Developing Asian					
Kuala Lumpur	4,032	24.1	1.5	58.7	4,066
Surabaya	1,064	26.1	0.3	176.9	726
Jakarta	1,112	48.7	0.5	170.8	1,508
Bangkok	2,664	33.3	0.6	149.3	3,826
Seoul	1,483	52.8	0.8	244.8	5,942
Beijing	351	70.0	0.4	141.0	1,323
Manila	573	49.1	0.6	198.0	1,099
Average	**1,611**	**43.4**	**0.7**	**162.8**	**2,642**

Notes:

GRP = Gross regional product, or Gross Domestic Product for the city in question.

Stockholm is the only city in the sample to have a per capita decline in car use (229 km) between 1980 and 1990. It grew in per capita transit use by 15 per cent in this period while increasing its density in the city centre, the inner area and the outer suburbs. Stockholm is now seen as a model for how a polycentric city, based on good rail services can provide for the needs of a sustainable global city (Newton 1997: 86).

Zurich, the wealthiest city in the sample, succeeded in increasing its transit ridership by 137 trips per capita in the 1980s to reach a level of 500 trips per person per year. The average transit trips per capita growth in European cities is more than the total per capita transit use in U.S. cities.

While transit ridership in Canada increased between 1980 and 1990, the trend has been reversed since then. At the same time, auto use in Canadian cities has been on the rise. Reasons cited for this shift to auto use include substantial increases in the real price of transit since 1986, particularly when compared to real auto purchase prices and operating costs, which have declined over the same period. The net result is that the automobile has become a more attractive transportation alternative (Perl and Pucher, 1995: 269).

Source: Newton, 1997: 166.

Table 4
Typical densities of different house forms

Density	Housing Type	Storeys	Units/ Net ha	Persons/ Net ha
Low	Single-family detached	1-2	12-17	43-48
	Two-family	1-2	19-29	48-84
Medium	Rowhouse	2-3	24-48	72-144
	Garden/ walk-up apt.	3-4	48-96	120-192
High	Multi-family (low)	5-10	96-192	192-360
	Multi-family (medium)	10-16	192-240	360-480
	Multi-family (high)	16+	240-960	480-1,680

Source: D'Amour, 1993: 12.

Table 5
Growth and change within Canadian urban-centred regions (UCRs), 1981-86

Population Class (No. of UCRs)	Area Increase (%)	Population Density pop/ha	Population Increase (%)	Rate of land conversion (rural to urban) ha/1000 pop.
25,000 – 50,000 (26)	3.3	9.0	1.5	242
50,001 – 100,000 (18)	4.0	9.8	2.9	141
100,001 – 250,000 (13)	4.9	12.8	3.6	104
250,001 – 500,000 (4)	3.2	12.4	5.2	50
> 500,000 (9)	6.6	19.5	6.3	53
Average for 70 UCRs	5.4	16.5	5.4	64

Source: D'Amour, 1993.

Making the Connections

The Newman and Kenworthy (1989) data sparked a lively debate on the importance of density vs. other demographic, social and cultural factors in determining the level of automobile dependence and transportation energy intensity of the community. Susan Owens (1991), in a report prepared for the Oganization for Economic Cooperation and Development (OECD), noted that "land use planning, siting and building regulations will be of considerable importance in urban energy management because energy systems are related in fundamental ways to patterns of land use and structure of the urban environment." Numerous empirical studies have confirmed the important relation between density, urban form and community energy use (Newman and Kenworthy, 1989; Holtzclaw, 1993; Perl and Pucher, 1995; Dunphy and Fisher, 1993; Energy Victoria, 1996; Torrie,1993).

When analyzing the manner in which energy planning can affect the level and pattern of energy use in the community, it is useful to distinguish between urban form and urban spatial structure.

Urban form is the actual physical form of the community: the natural and the built environment including the road and rail networks, river systems, ports and airports, telecommunications infrastructure, buildings, housing and so on. These elements of urban infrastructure are relatively stable, retaining their form for long periods.

Urban spatial structure refers to the relationships, especially the spatial relationships, in the way citizens, households and businesses in the community use the land and the infrastructure available to them. In contrast to urban form, urban spatial structure is dynamic, as both households and businesses tend to exhibit high levels of mobility and change (Newton, 1997: 8).

Urban form and spatial structure are interdependent, but significant changes in land use and urban structure generally occur on a shorter time frame than changes in urban form. To a certain extent, urban form lags the spatial structure of the community; hence the constant need to adapt urban form to meet changing land use patterns. Changes in master plans, official plans and land use development standards can provide the foundation for fundamental change in energy use patterns over the long term.

Both urban form and spatial structure affect the efficiency with which energy is used in urban areas and the amount of CO_2 released into the atmosphere in the following ways:

- The dispersal and separation of centres of employment, retail activity, social services, sports, recreation and cultural activity from residential areas forces citizens to travel varying distances to access those services. Dispersal also makes alternatives to the use of the automobile, such as public transit, cycling and walking, less economical and practical. The result is greater reliance on the automobile, which increases per capita energy consumption and greenhouse gas emissions.

- Developments of low-density, single-family homes also reduce the cost effectiveness of public transit and increase infrastructure costs.

- Low-density, single-use development makes it less economical to integrate buildings into district energy systems to reduce the amount of energy needed to provide space heating, space cooling and domestic hot water to residences, businesses and institutions. District energy systems work better when they are able to service a mix of building types in a relatively small geographic area. In addition, if they use waste heat, landfill methane, municipal waste or renewable energy as their source, they can make even greater contributions to greenhouse gas emission reduction targets.

- Medium- to high-density residential buildings (townhouses, apartment and condominium complexes) require less energy to heat and produce fewer emissions per square metre of floor space and per occupant than single-family detached homes, due to improved volume/surface ratios and more compact designs. It is important to note in context, however, that annual housing starts in Canada are now less than 1.5 per cent of the existing stock (averaging 140,000 to 150,000 per year over the 1991-96 period. In 1997, the $17 billion spent on new residential construction compared with $22 billion spent on renovations.

- The amount and cost of infrastructure escalates as densities decrease. The length of water and sewer mains, utilities and roads increase on a per dwelling basis. The result is an increase in both the energy required to deliver these services and the embodied energy in the infrastructure itself. The cost to build and maintain this infrastructure can seriously drain municipal coffers. Greenhouse gas emissions also rise as a consequence.

- Low-density development increases the amount of agricultural land and forests that are destroyed to build new subdivisions. The result is fewer trees and plants, which remove carbon dioxide from the atmosphere.

- The way in which roads are laid out affects the orientation of buildings. If buildings are oriented along an east-west axis, they can take advantage of passive solar heating. Building orientation also allows developments to take advantage of microclimatic effects. These factors reduce overall energy consumption and subsequent greenhouse gas emissions.

A high level of personal mobility has become an icon of modern urban design. But, it is important to realize that mobility is not generally demanded for its own sake, but for the access it provides—access to goods and services, to employment, education, cultural and educational enrichment, and recreational and cultural experiences. The market is, in fact, for access, not for mobility itself, and this distinction becomes increasingly important in the quest for sustainable urban development.

In what we might call the "mobility paradigm," the demand for vehicle kilometres of travel (VKT in the parlance of transportation planners) has been taken as a given, in much the same way as demand for fuels and electricity was a given in the first policy responses to the oil price shocks of the 1970s. To the extent that reducing VKT is considered an option in the mobility paradigm, it

is a somewhat negative option, in much the same way as energy conservation was regarded before we learned to appreciate fully the derived nature of the demand for fuels and electricity, and the tremendous economic and environmental benefits of improved energy productivity.

In contrast, in what we might call the "access paradigm," society seeks ways to provide access to the various goods and services and experiences that people desire, while at the same time minimizing VKT. In this paradigm, success is not measured in traffic counts and average speeds, or even in transit modal shares, but by indicators such as the level of pedestrian activity, the total number and average length of vehicle trips, and the ratio of access to VKT. Once the derived nature of the demand for personal mobility is fully appreciated, the extent to which a community can function and thrive while reducing VKT becomes a measure of strength and success, in much the same way as energy conservation (reducing energy use per dollar of economic output) is now seen as an indicator of economic strength.

Congestion, photochemical smog and the bleak environment in which so much of the urban driving experience takes place are leading individuals and local governments to seek ways to reduce the amount of vehicle traffic in their communities. This is something new, and is where the issue of access vs. mobility becomes critically important.

In the context of this redefinition of the market from mobility to access, the key role of local governments becomes apparent. Under the mobility paradigm, the transportation market is defined in terms of vehicles and infrastructure capacity, and solutions to the environmental problem tend to focus on alternative fuels and vehicles, transit mode share and traffic management. Under the access paradigm, the focus widens to include all sorts of innovations related to urban form and spatial structure—neighbourhood and community design. How do we get access to the things we need and want without unnecessary or inefficient, or even unpleasant, personal mobility?

While much has been achieved and can still be achieved with more fuel-efficient and cleaner-fuelled vehicles, the deeper and more permanent changes needed to create sustainable transportation systems are in the area of:

- neighbourhood and community designs with inherently lower levels of VKT;
- substitution of information technologies for personal mobility; and
- radical rethinking of public transportation.

In all these areas, the importance of the local government sector looms large. Local governments are the key players when it comes to such issues as land use planning and zoning; investments in, and operation of, the road system, the transit system and the pedestrian and cycling infrastructures; parking policies and pricing; and even the development of the information technology network that serves the community.

Canada's strong urban planning tradition has moderated the North American tendency to segregated use, but automobile-dependent, low-density developments of single, detached housing are, nevertheless, the dominant form of postwar development, particularly in the 1960s and 1970s. The design of the road system, the low density and the wide spacing of retail and other services make Canadian cities energy and greenhouse gas emissions intensive. While more energy efficient than their U.S. counterparts, Canadian urban designs still lead to transportation and household energy use up to four times higher than comparable European cities. This is not to suggest that the European city is either a practical or desirable development model for Canada, only that there is a very large scope for energy savings through community energy management. Of course, the appropriate strategy will vary from community to community, but the way to lower greenhouse gas emissions will include a combination of higher density, mixed use, pedestrian and transit-friendly design, and attention to detail at the site level.

Higher density
The relationship between density and transportation energy use is well established (Owens, 1991: 4; Newman and Kenworthy, 1989). As density increases, transportation energy use declines, largely due to a modal shift away from the automobile toward public transit and walking. Minimum-density thresholds of 30 to 40 persons per hectare are suggested by Newman and Kenworthy and others. In very high-density neighbourhoods, walking and cycling also become important means of transportation. Therefore, higher-density development is often cited as a means of reducing transportation energy use. Higher-density development also reduces building energy consumption on a per unit basis.

Mixed use
Mixed-use development, in which residences, retail and other services and employment centres are built in close proximity to one another, is also a key element of community energy plans for lower environmental stress. Mixed-use development allows for higher levels of neighbourhood self-containment, providing residents with services close at hand so they can either walk or cycle to provide for their daily needs or, if they still need to use an automobile, they need not travel as far. A combination of mixed uses and higher density also paves the way for district energy systems.

Improved use of public transit
In all cases, better public transit figures prominently in energy-efficient cities. Sufficient densities are required to make public transit more economically viable. As such, clustering higher-density residential development and commercial services around major stops along bus or rail lines is considered essential. Land use strategies to promote better public transit would be only one of a number of measures designed to effect a shift in modal split.

Better siting and design parameters
Siting and design guidelines can improve the use of passive solar energy for heating and reduced energy consumption through taking advantage of microclimatic conditions.

These elements can be combined in many ways, with varying levels of emphasis, that respond with different compromises between competing community objectives (Newton, 1997).

Compact city development, in which new residential and service activity is located in the inner city, leads to lower greenhouse gas emissions, travel distance and travel time. However, it places all new residential development in the area of highest urban air pollution.

Multi-nodal city development is the most self-contained of all scenarios, with nodal city centres connected by a ring freeway and a radial rail and freeway system. It is second only to the compact city in its energy efficiency; while travel distances can be high, travel times are short, and air pollution is lower than most other forms.

Corridor city development locates growth on greenfield sites connected to the existing city by radial rail and arterial/freeway links. This type of development is less self-contained and results in high greenhouse gas emissions and long travel times, but relatively low air pollution.

Finally, in the *ultra city,* a metropolis-based region of dispersed development interconnected by high-speed communications and transportation networks, travel distances and greenhouse gas emissions are moderate to high.

Reduced Mobility: The Potential for Emissions Reductions

Research and innovation on less automobile-dependent and more environmentally sustainable community economies is taking many forms. While a reduction in energy use and greenhouse gas emissions is not usually a central objective of such innovation, it is a necessary part of any concept of sustainable urban development. A focus on the energy dimension of alternative development concepts can provide a framework for assessing other aspects of environmental sustainability.

There are numerous examples throughout North America of what has come to be known as the "new urbanism"—urban forms that place a renewed emphasis on "pedestrian friendly" and "transit friendly" neighbourhoods. American urban architect Peter Calthorpe coined the term "pedestrian pocket" for neighbourhood developments that place high-density pockets around transit stations (an idea that is not new in Canada and which, to a large degree, formed the basis for Metropolitan Toronto's development). In a similar vein, architects Andres Duany and Elizabeth Plater-Zyberk (designers of McKenzie Towne in Calgary) have led a move toward "neo-traditional" neighbourhood development, with a return to sidewalks and pedestrian-oriented streetscapes.

Neighbourhoods designed along new urbanism principles are meant to be as self-contained as possible. There is a mix of land uses, including a range of housing types, from apartments to social housing to single-family detached homes along with shops, offices and cultural buildings. At the centre of these neighbourhoods is the town centre, which is designed to accommodate pedestrians and is the focus of community activity. Streets are also designed to accommodate pedestrians, and services are located within easy walking distance of all residents.

Three Canadian examples of new urbanism developments are Cornell in Markham, Ontario, McKenzie Towne in Calgary, Alberta and Montgomery Village in Orangeville, Ontario. Cornell covers 625 hectares, and is designed to accommodate 27,000 residents. It is awaiting approvals before construction begins. McKenzie Towne is under construction, covers 970 hectares and is designed to accommodate 28,000 residents. Montgomery Village is under construction, covers 100 hectares and contains 750 units. Although innovations, such as neo-traditional neighbourhoods and other forms of the new urbanism, are likely to have an impact on household and community energy use, they are not generally the result of community energy planning. In fact, energy use is not typically a consideration in their development. As a result, there is very little data about the net environmental impact of these developments. They tend to maintain high levels of automobile dependence, however, and indications are that overall per household energy use for transportation is only marginally less than for traditional suburban development. Some argue that the residents of North America's suburbs, who are generally fairly affluent, have easy access to the automobile and demand a wide range of choice in their retail, service and cultural amenities. As such, they would tend to travel to whatever locale provided the specific services they were looking for, regardless of whether similar services were available in their own neighbourhoods. This may reduce the effectiveness of the self-containment model in reducing automobile travel. True or not, this criticism underlines the significant effect that attitudes, values, preferences and degree of mobility have on greenhouse gas emission reductions.

In the final analysis, greenhouse gas emissions and the energy intensity of personal transportation in the community come down to five factors:

- the number of trips;
- the length of the trips;
- the number of people per vehicle (occupancy);
- the fuel efficiency of the vehicle; and
- the emissions per unit of fuel.

For each mode of transportation (car, van, bus, subway, trolley, bike, walk, etc.):

$$\mathbf{CO_2\ Emissions = (A/B) \times C \times D \times E}$$

where

A = the number of person trips made using the mode
B = the number of people per vehicle (capacity factor)
C = the trip length
D = the fuel consumption per vehicle mile
E = the CO_2 emissions per unit of fuel.

A great deal of progress is being made and has already been made in the "vehicle factors"—D and E—but we are only beginning to understand

how to quantify land use and urban structure impacts on the "trip making factors"—A, B and C. It is clear, however, both from the mathematics and from the empirical evidence, that reductions in the number of trips and the length of trips can have a large and essentially permanent impact on reducing air pollution and greenhouse gas emissions in the community. And, while the vehicle factors have been the focus of senior government policies (corporate average fuel economy or CAFE standards, support for alternative fuels), it is local government that controls the levers that set the trip making factors in the community.

The greatest challenge in all these alternative development patterns is achieving the high levels of self-containment (i.e., portion of trips that begin and end in the neighbourhood) necessary for automobile dependence and mobility demand to come down significantly. And while this objective was once a matter of achieving a matched balance between the resident labour force and employment opportunities, the return trip to work now represents less than half the travel of a typical Canadian household. Indeed, the work commute has the virtue of being long enough to bring down emissions per vehicle kilometre of travel and regular enough to be subject to alternative, low-emission modes (car and van pooling, transit). In contrast, all the other household travel—for shopping and a myriad of other personal business and family needs—tends to comprise relatively short trips (although mostly too long for walking or cycling) that have very diverse and complex patterns in space and time and are difficult for transit to serve. A key challenge in achieving long-term, permanent reductions in greenhouse gas emissions in Canada will be to develop less automobile-dependent, post-suburban, ecologically friendly urban forms that support true mixed-use land developments that allow greater "mobility efficiency" and corresponding increases in walking and cycling mode shares.

Table 6
Influence of urban form on energy demand

Land Use Variables	Energy Factor Influenced	Magnitude of Potential Impact
Combination of land use factors (shape, size, interspersion, etc.)	Travel requirements (esp. trip length and frequency)	Variation of up to 150 per cent
Interspersion of activities	Travel requirements (esp. trip length)	Variation of up to 130 per cent
Shape of urban area	Travel requirements	Variation of up to 20 per cent
Density/clustering of trip ends	Facilitates economic public transport	Energy savings of up to 20 per cent
Density/mixing of land uses/built form	Facilitates Combined Heat and Power (CHP)	Savings of up to 15 per cent Efficiency of primary energy use improved up to 30 per cent with district energy
Layout/orientation/design	Passive solar gain	Energy savings of up to 20 per cent
Siting/layout/landscaping/materials	Optimize microclimate	Energy savings of at least 5 per cent; more in exposed areas

Source: Adapted from Owens, 1991; Oregon Dept of Energy et. al., 1996; Blais, 1996.

The Technology and Its Strategic Importance

In societies where district heating plays a major role in the energy system, and where the planning and construction of such systems are integrated into the planning and building of the urban infrastructure, the district heating makes a big difference in the overall energy intensity of urban settlements. Next to the great differences in per capita transportation energy use, the second most important reason for the lower energy intensities of European cities compared to North American cities is the presence of district energy systems, often with combined production of heat and power (Torrie, 1993).

District energy has long been an accepted technology in Europe. Its use is widespread throughout most European countries, particularly in Sweden, Denmark and Finland, where district energy's share of the heat market is 34, 44 and 43 per cent respectively (MacRae, 1992: II-3). Other countries where district energy enjoys a significant share of the heat market include Germany, Austria and Switzerland. In Denmark and Finland, combined heat and power systems provide 58 and 68 per cent of the total heat production from district energy (MacRae, 1992: II-3).

District energy systems replace individual buildings' boilers, furnaces or chillers with a system that brings heat to buildings in the form of hot water and cooling as chilled water. Heated or chilled water is supplied from one or more central heating and cooling plants, and is distributed to consumers through buried pipes. Most district energy systems around the world provide heating only. However, a few systems in North America also provide cooling. In a combined district heating and cooling system, one set of pipes circulates hot water or steam to and from each individual building connected to the system. Separate pipes circulate chilled water. In a heating system, heat is extracted by heat exchangers in a substation located in each connected building. This extracted heat is then circulated throughout the building by a forced air system or hot water radiators. Heating systems also provide for each building's domestic hot water needs, once again through the use of a heat exchanger. The cooling system works in an identical fashion, except that the heat exchangers extract heat from the building's circulating air. The circulating chilled water is warmed, then returned to the central cooling plant to be chilled once more.

The advantage of district energy systems is the wide variety of fuels and energy sources that can be used to fire the boilers, and the overall level of efficiency that can be achieved. District energy systems are designed to provide for the space and domestic hot water heating needs of businesses and residences. Typically, temperatures of 60°C or less are required. As such, waste heat from industrial activities or power production is sufficient. District energy systems can use waste heat produced by the generation of electricity from thermal and combustion turbine power plants. This type of system is commonly referred to as combined heat and power (CHP). Such systems can achieve very high efficiencies of energy use. Typical thermal electrical generating stations are able to convert only 35 per cent of usable energy to electricity. However, CHP systems can convert 85 per cent of a fuel's usable energy into electricity or for use in district heating.

District energy systems can burn municipal solid waste, methane from landfill sites and sewage gas. Burning these materials provides the added benefit of reducing the amount of methane released into the atmosphere from the anaerobic decay of organic waste. Renewable fuels, such as wood and wood waste from sawmills or peat, can also be used. Provided they are harvested in a renewable manner, the net CO_2 released into the atmosphere is zero. More traditional fuels, such as natural gas and fuel oil, can also be used. District energy systems can be converted to use different fuels, as they become available and economical to use.

Buildings are generally cooled by using chlorofluorocarbon (CFC) or hydrochlorofluorocarbon (HCFC)-based chillers. Annual average efficiencies of these rooftop units are generally very low, and up to 25 per cent of the refrigerants are replaced each year due to leaks, improper purging and system contamination. These facts pose various problems. The low efficiencies of these units mean that far more electricity is being generated to run them than would otherwise be the case if more efficient units were available, or if alternative cooling methods were used. In addition, the release of CFCs into the environment damages the ozone layer and contributes to global warming. District energy systems can use more energy-efficient chillers, alternative sources of cold water (for example, lake water) and alternative refrigerants, and can be maintained more regularly, which will maintain higher levels of efficiency and reduce the accidental release of refrigerants into the environment.

The design of district energy systems can also be very flexible. New suppliers of hot and cold water can be connected to the system as the network grows. By the same token, the distribution system can be expanded into new areas over time. District energy systems are most economical in high-density areas, but low-density areas can also be serviced economically, particularly if mixed high-, medium- and low-density neighbourhoods are tied together as part of a single project.

Innovations that reduce the cost of district energy systems have been recently implemented. Oujé-Bougoumou developed the first district heating system using flexible plastic piping for its distribution network. Plastic piping is cheaper to install than the more traditional steel pipes used in other systems. The reduced costs of building district energy systems using plastic piping may allow less profitable projects in low-density neighbourhoods to be serviced economically.

District energy systems reduce emissions through higher levels of energy efficiency, combining heat and power production, and better emissions control. District energy customer substations use less space and need less maintenance than conventional heating and cooling equipment.

District Heating in Canada

There are over 160 district energy systems in operation in Canada, often employed on large institutional campuses (e.g., universities, military bases). However, district energy makes a relatively small contribution to total energy use. Also, the electric power system in Canada has developed according to a centralized model in which most electricity is generated in large stations optimized for electricity production, and there has not yet been any significant development of CHP facilities. There are steam-based district heating plants providing space heating to buildings in the city cores in Toronto, Winnipeg, Vancouver and Montréal; hot water-based systems are located in Ottawa and Charlottetown.

Communities served by district energy include Toronto, Montréal, Vancouver, Ottawa, Winnipeg, London, St. John's, Cornwall, London, Charlottetown, Oujé-Bougoumou (Québec) and Inuvik. Most of the systems in place are older steam systems. Both Ottawa and Charlottetown have steam systems and more modern hot water district energy systems. Cornwall has a combined heat and power system in place, and Oujé-Bougoumou has a medium-temperature hot water system fired by wood chips. Table 7 provides a brief description of each of these systems.

The Toronto District Heating Corporation (TDHC) is planning a major expansion and upgrade of the existing district heating system. It is expected to grow in size (number of customers served), extent and capacity. The system will probably use waste heat from a nearby electric generating station to provide additional steam capacity and is also expanding into district cooling, by using cold water from Lake Ontario rather than generated electricity. An expansion of the London system to include a CHP system is also being considered.

Table 7
Some district energy systems in Canada, 1990

Name of Organization	City	Built	Size (MW)	Fuel	Medium
Band Council of the Crees of Oujé-Bougoumou	Oujé-Bougoumou, Québec	1991	3.7	Wood chips	Hot water
Health Sciences Centre	Ottawa, Ontario	1992	68	Natural gas	Hot water
CDH Cornwall District Heating	Cornwall, Ontario	1994	13	Natural gas	Hot water
Trigen PEI	Charlottetown, Prince Edward Island	1985	30	Wood, MSW	Hot water, steam
Memorial University	St. John's, Newfoundland	1976	47	#2 fuel oil	Hot water, steam
N.W.T. Power Corp.	Inuvik, Northwest Territories	1955	19	Bunker C oil	Hot water
Corporation de chauffage urbain de Montréal	Montréal, Québec	1949	22	Natural gas, fuel oil	Steam
Trigen London	London, Ontario	1879	43	Natural gas	Steam, chilled water
Toronto District Heating Corp.	Toronto, Ontario	1960	276	Natural gas	Steam
Health Science Center	Winnipeg, Manitoba	_	37	Natural gas	Steam
University of B.C.	Vancouver, British Columbia	_	75.5	Natural gas	Steam
Govt of Canada	Ottawa, Ontario	1981			Hot water

Source: Arkay and Blais, 1996; Metro District Energy Systems Working Group, 1995.

Other Canadian municipalities with district energy systems in the planning stages include Sudbury, Hamilton and Windsor. An additional 18 municipalities, which are part of the Federation of Canadian Municipality's (FCM) Partners for Climate Change campaign, are considering district energy systems as part of their community energy plans.

There has been a resurgence in interest in district heating and CHP facilities in Canada, spurred partly by concern over energy-related environmental impacts of fuel combustion in cities. As the European experience has shown, the widespread application of district heating requires that its planning and development be integrated with the planning and development of both the urban infrastructure and the power supply system.

Key Considerations for the Implementation of District Energy Systems

District energy systems have grown to become a widely accepted technology, particularly in Europe but also in North America. Canadian success stories demonstrate several key, motivating factors that spurred the development of district energy systems in Canada. In Charlottetown's case, the desire to reduce dependency on imported oil and to keep more community dollars spent on energy within the province were key motivators. In Cornwall, and Oujé-Bougoumou, a community conservation ethic predated the development of a district energy system. These two communities also saw the benefits of spending less on imported energy resources and more on community development.

In the case of Cornwall, the fact that the city is not connected to the Ontario Hydro grid left the utility free to develop a combined heat and power system. The *Power Corporation Act* has given Ontario Hydro the authority to prohibit local municipal utilities from purchasing power from other suppliers. This monopoly power has served as a barrier to the development of CHP systems in Ontario. The deregulation of the electricity industry in Ontario could prove to be an impetus to municipal utilities and private industry to develop CHP systems in Ontario.

There are a number of opportunities for, and barriers to, the greater uptake of district energy that would be necessary to make a significant contribution to greenhouse gas emission reductions in Canada.

Technological considerations

In Canada, there are no significant technological barriers to the implementation of district energy systems which have been widely used throughout the world in both large and small communities. The development of flexible plastic piping will likely improve the economics of district energy systems, particularly if they are extended to include medium- to low-density residential neighbourhoods. Other technological improvements may further enhance their economics and the environmental benefits.

Economic/financial considerations

A concern over financial viability of district energy systems appears to remain a key barrier. Because district energy is still perceived to be an unproven technology in Canada, private investors still demand a risk premium and a corresponding return on their investment in the range of 25 per cent—equivalent to a payback of four years. The participation of public and institutional investors, such as public utilities and district energy corporations (e.g., Toronto District Heating Corporation), tend to lower the economic threshold to an overall return on investment in the range of 10 to 15 per cent and 18 per cent, respectively. This lengthens the payback to seven years or longer. Public utilities and district heating corporations have more knowledge and experience with district energy systems and the provision of utilities in general and, therefore, perceive the risk involved in developing a system to be much lower. As an increasing number of modern district energy systems are put in place in Canada and their economic viability is proven, it is likely that more private investment will become available at lower return-on-investment requirements.

Political/jurisdictional/institutional considerations

Natural Resources Canada (NRCan, 1996) outlines the key ingredients required for successful implementation of district energy systems.

- *An informed and committed champion.* This is the most fundamental requirement. The champion is an individual or a group that is totally satisfied that CESs represent a real community opportunity.

- *Municipal governments must understand that a CES is in their mandate.* Because a CES can have a strong impact on the local economy and environment, a municipality has a role to play in its development. Even if it is the private sector which implements the CES, the posture or attitude of the municipal government is crucial to the success of the implementation. A proactive community minimizes the risk by advocating CES as a community good.

- *Knowledgeable customers.* Customers must understand the potential benefits and the real costs and implications of meeting their energy needs. It is critical to know who the stakeholders are and to ensure that their needs and concerns have been addressed, including their need for information.

Of course, before district energy systems even begin to be considered at the municipal level, information has to be more widely disseminated so those champions within communities emerge. In partnership with the International Council for Local Environmental Initiatives, the Federation of Canadian Municipalities is helping communities involved in its Partners for Climate Protection program develop strategic plans, part of which usually involves considering district energy systems. This type of advocacy and promotion,

along with providing success stories from other municipalities, is critical to increasing the uptake of district energy systems.

Jurisdictions with a monopolistic institution generating and distributing power (e.g., in a province) may have a difficult time developing combined heat and power systems. There are significant changes occurring in the electricity industry all over North America, but the precise implications of these changes to the development of CHP systems are not really known.

Municipalities do not have all the levers that could be brought to bear in encouraging district energy at their disposal. Tax incentives are the responsibility of the provincial and federal governments. In some areas, overlapping jurisdictions between different municipal governments, or between municipal and regional governments, can act as barriers to developing district energy systems that may need the encouragement and approval of every local government. The responsibility for removing these barriers rests with the provincial governments. These types of issues are difficult to address and, once again, a champion may be required to bring all the players on board.

Quantifying the District Energy Potential

The potential contribution of district energy systems to space and water heating in Canadian municipalities, and the corresponding emission reductions potential, was estimated in a study for CANMET in 1997, entitled *The Potential for CO_2 Emission Reductions in Canada by Implementing District Heating Systems* (CETC, 1997). This study relied on analysis done by Monenco Consultants in 1985, in which 75 Canadian municipalities were analyzed as potential locations for district heating systems based on their sizes and population densities.

Using a simple population-based method, and 1981 data, the Monenco study estimated the total heat consumption requirements for the 75 selected Canadian municipalities to be 600 PJ/year (167,000 GWh/year). CO_2 emissions from this level of consumption would be 46 megatonnes. Adjusting for population growth from 1981 to 1990 results in an estimate of 1990 space heat and domestic hot water of 875 PJ/year (238,000 GWh /year) and CO_2 emissions 66 megatonnes/year.

This figure is likely conservative. Using Natural Resources Canada and Torrie Smith Associates' (TSA) greenhouse gas model (calibrated to NRCan estimates), total 1990 tertiary space heat and domestic hot water energy consumption would be approximately 1,170 PJ/year and total CO_2 emissions would be approximately 110 megatonnes.

The CANMET study estimated the potential contribution of district energy systems by using cities for which more detailed feasibility studies of total connectable load were available. A potential contribution of 23 per cent (to space and water heating demand) was the average for those cities that had been studied, and the CANMET analysis assumed this average could be achieved in all 75 cities covered by the analysis. The CANMET analysis also assumed that all district energy is provided by co-generation, leading to a conservative estimate that the potential of district energy to reduce greenhouse gas emissions from space and water heating was 10 per cent, or three per cent of total municipal emissions (CETC, 1997:12).

This estimate does not include the additional emission reductions that would occur if the electricity produced by the CHP systems displaced electricity generated at coal and other fossil fuel-fired power stations. Given that coal is the marginal source of generation in most of Canada, including the displaced emissions in the estimate of the potential contribution of district energy results in much higher emission reduction potential. For example, the CANMET study shows an increase in emissions reduction potential from seven megatonnes to 40 megatonnes (CETC, 1997: 14). MacRae (1992: 53) estimates that CHP systems can reduce CO_2 emissions by 59 to 69 per cent when displacement of coal-fired generation is

taken into account (MacRae 1992: 53). For these reasons, and because at least some district energy systems would use biomass or waste heat as their energy source, the likely emissions reduction potential from district energy is considerably higher than 10 per cent of total space heating and domestic hot water emissions.

COMMUNITY ENERGY PLANNING AND THE POTENTIAL FOR GREENHOUSE GAS EMISSION REDUCTION

Energy for Sustainable Communities

While district energy and land use planning for energy efficiency are important elements of energy-efficient communities, CEP is much more than the sum of individual technological and planning measures: it is the integration of energy considerations into all aspects of local government strategies for sustainable development. CEP involves the deliberate and strategic use of what might be called the municipal "spheres of influence" on energy use in the community to achieve environmental and community development objectives.

The municipal spheres of influence

Recognition of the many ways that local governments influence the level and pattern of energy use in the community reveals the potential role of community energy planning.

- Municipalities operate all kinds of buildings, vehicles, water and sewage facilities, street and traffic lights, and other energy-using equipment. Large cities can and do pay millions of dollars a year for fuel and electricity, and municipalities represent a significant contribution to the end use of energy in the community.

- Municipalities have direct responsibility for waste collection and landfill management. Landfill gas recovery and utilization have the potential to reduce significantly the contribution of methane to Canada's greenhouse gas emissions in the near to medium term. Municipalities will be key players in this effort. The Sub-Committee of the Municipalities Table was formed to further explore this potential, which represents one of the largest and most cost-effective, near-term options for municipalities to contribute to the Kyoto objectives.

- Municipalities also have responsibility for solid waste reduction, recycling and composting programs. These programs deliver multiple benefits from a greenhouse gas perspective. To the extent that organic waste is diverted from landfills (whether from reduction, recycling or composting), methane generation is avoided. Solid waste reduction and backyard composting also eliminate energy that would otherwise be required for collecting and disposing of the waste. Even more important, the "full life cycle" greenhouse gas emission reductions from solid waste reduction and recycling can be quite significant. In the case of particularly energy-intensive materials, such as steel and aluminium, plastic and paper products, the impact of recycling a tonne of material can result in more than a tonne of CO_2 emission reductions, sometimes many times more. In the case of paper products, there can be yet an additional greenhouse gas benefit due to the impact of recycling on the need for wood pulp.

- Through their control over land use, parks and community greening programs, municipalities have a central influence on the growth (or decline) of carbon sequestration within their boundaries. Urban greening and forestry programs not only increase the carbon sink in the community but also moderate the "urban heat island" effect and reduce the demand for both heating and air conditioning energy by providing windbreaks and shade to buildings.

- Many municipalities own or control gas, electricity and district energy utilities, providing an opportunity for business strategies in these organizations that will lead to greenhouse gas reductions throughout the community. Municipalities can also play a key role in stimulating the market for "green power" by purchasing it for their own needs and promoting its use in the community.

- Municipalities operate, or directly control, the design and operation of urban transit systems, key players in any strategy to reduce community greenhouse gas emissions.

- Municipalities often have regulatory authority or influence in areas that affect energy use, such as building codes, parking and traffic flow.

- Minimizing the impacts associated with climate change will require millions of relatively small individual, community and corporate actions to improve energy efficiency and apply renewable energy technologies. Local governments' proximity to the electorate and to the community will make them essential partners in delivering the integrated policies and programs that will be most effective in reducing greenhouse gas emissions.

- Local governments are one of the most important influences on the pattern of investment in infrastructure and the built environment. In the long term, achieving low carbon futures will require rethinking, redesigning and remaking the urban infrastructure. Local governments will be key players in this process through their direct investment in everything from roads and sewers to parks and bicycle paths, and their indirect influence (via regulations, by-laws, permits, etc.) on other investment in the community.

- Perhaps the most profound, long-term impact of municipal governments on the level of greenhouse gas sources and sinks in the community derives from their control of land use. As we begin to understand the factors that make one society or community more "greenhouse gas intensive" than another, the key role of urban form and structure is emerging as one of the most important. Decisions over land use changes (from agriculture to other purposes, from forestry to agriculture, from agriculture to urban development, etc.) have important impacts on carbon sinks. In urban municipalities, zoning regulations, permit conditions, municipal ordinances and by-laws all affect energy use by affecting such key factors as residential density, accessibility and proximity of commercial and retail services, the mix of uses, transit accessibility, the level of pedestrian and bicycle "friendliness" in the community, etc. These, in turn, affect the scope for energy efficiency in the community, the feasibility of district energy systems and the "mobility efficiency" of the community (i.e., how much travel is needed to get access to employment, recreation, shopping and other amenities). In the past, energy considerations have not played a significant part in these matters, but as the multiple benefits of CEM become apparent, municipalities are taking explicit account of these factors in their policies and programs.

Urban strategies for sustainable energy

Community energy planning is most effective when guided by a strategic approach of both political and bureaucratic leadership involving the community in setting and pursuing performance targets for environmental and economic improvements that are integrated with other community objectives. An innovative and integrated approach is necessary to engage the range of community and government partners necessary to make the permanent changes needed to move to a low-emission future (Torrie, 1995). Key elements of community energy planning include:

- *A strategic approach.* Local energy action plans require innovation and initiative. They will not happen spontaneously because they require a combination of elements that is often not part of the traditional mandate or conventional operations of municipal government. The impetus must be strong enough to overcome the inertia of "business as usual." This requires a long-range, strategic approach.

- *Targets.* Clearly specified targets (e.g., 20 per cent reduction in CO_2 emissions, elimination of ozone-depleting chemicals, development of

all the economic savings potential in the city, etc.) are central to a strategic approach. Without a target, whether environmental or economic, the strategy has no clear objective, and a strategy without a clear objective is unlikely to be effective.

- *Recognition of multiple benefits.* Even when environmental improvement has been the original motivation for developing a comprehensive local energy action plan, (e.g., to reduce greenhouse gas emissions by 20 per cent by 2005), the policy and related programs will be most enthusiastically received by both elected officials and the community when the multiple benefits are identified and quantified. The rationale for local government action on energy includes job creation, economic development, cost savings, air quality improvement, greenhouse gas emission reduction and improvements in the overall quality of life in the community.

- *Political leadership.* Implementing effective local energy action plans requires leadership and vision from elected officials, and the active involvement, encouragement and support of city council.

- *Community involvement.* Related to the need for political leadership is the need for community involvement in the design and delivery of the action plan. Reducing energy use is not purely or even primarily a technological challenge; it also requires that the end users of energy be involved at every step. Whether planning the retrofit of the ventilating system of a single building or designing a community-wide program for retrofitting houses, success requires that all affected people be consulted and involved from the outset.

- *Bureaucratic support.* If active political support is necessary for successful local energy action, so too is enthusiastic support from municipal staff. Successful community energy strategies exist where individuals or groups inside municipal governments have embraced the concept, are excited by the challenge it presents, recognize the benefits it can bring to their municipality and realize its potential for professional development and career advancement.

- *Partnership.* Municipalities can accomplish much more through partnerships with senior levels of governments, utilities and others with an interest in energy conservation and renewables than they can by doing it alone. Not even the largest cities have all the necessary information, analytical, financial, marketing, and technical skills and resources for mounting integrated, comprehensive and effective energy plans. Municipalities can leverage their technical, managerial, financial and program delivery capacity through partnerships. The development of these partnerships is an explicit component of successful strategies.

- *Innovative financing.* Even for in-house conservation and renewable programs, and especially for municipality-wide efforts, the up-front investment costs are a major obstacle. Innovative methods for attracting investment capital are essential for success. Governments with environmental policy objectives that require "deeper savings" with longer paybacks can stimulate the necessary investment by acting as guarantors and by providing quality assurance and industry standards which increase investor confidence. The International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) is pioneering new financing methods for local government energy action plans.

- *Market mechanisms.* The market can play a key role in sustainable energy strategies and in stimulating the innovation and new business activities that are needed. Environmental pollution and ecosystem deterioration do translate, at least partially, into economic costs, but these costs have remained largely uncounted and unvalued in market transactions. While not a panacea for addressing environmental problems, the economic

valuation of environmental "externalities" can be an important element of strategies for sustainable energy.

- *Collaboration with other local governments.* The strength and mutual support gained through collaboration with other municipalities with similar objectives and policies are invaluable. Such collaboration can include:
  - information sharing on technical and operational measures;
  - exchanges of technical assistance and personnel;
  - pooling of research resources to develop monitoring and analytical tools, by-laws, regulations, etc.;
  - development of standardized energy-efficiency specifications;
  - joint procurement of energy-efficient equipment;
  - pooling of capital investment opportunities;
  - development of common positions on legal and regulatory issues; and
  - joint lobbying of senior government, international bodies, etc.
- *Monitoring and evaluation.* Ongoing monitoring of energy use and evaluation of energy-reducing measures are important for a number of reasons. First, monitoring allows continuous adjustment to priorities in accordance with the measures proving to be most effective. Monitoring is also necessary to know whether the strategic objective is being met. Monitoring and evaluation will be required by elected officials and financial partners to ensure they are achieving desired objectives. Finally, to the extent that a large part of becoming more energy efficient consists of becoming more aware of how we use energy and how behaviour affects the level of energy use, monitoring and evaluation are critical. Indeed, just telling people how much energy is being used in the building or facility where they work can, by itself, lead to immediate measures users can take (usually at no cost) to reduce energy waste.
- *Integrated program delivery.* Local energy action plans will be more effectively implemented if a consideration of energy can be integrated into the day-to-day activities, policies and planning of the organization and community. For example, integration of energy efficiency standards in a municipality's procurement and architectural policies will ensure that energy-reducing designs and renewable technologies are favoured when new equipment is purchased, new buildings are built or existing ones renovated. Similarly, integrating a consideration of energy use into the analysis of alternative land use and zoning plans will help the municipality develop in ways that gradually bring down energy intensity. Local energy strategies are most effectively delivered as part of an integrated environmental improvement strategy. Water conservation, waste reduction and recycling, land use and other elements of a municipality's environmental strategy should be integrated, especially with respect to program delivery and public education and outreach.

The local action plan

The foundation for effective municipal actions on energy and climate change is the local action plan. All the reviewed information and all the surveyed municipal experience with greenhouse gas mitigation strategies indicate the need for strategies specific to each individual municipality, developed with local knowledge, tailored to local energy supply and demand patterns, and integrated with other community development strategies. The local action plan (LAP) is a strategic approach to achieving a specified mitigation target both with respect to the municipality's own operations and the community at large. Both the community and in-house or "corporate" parts of the plan have three basic elements:

- A *greenhouse gas emissions analysis* contains an inventory of present emissions and projections of future emissions under business-as-usual conditions. The core of this analysis is an energy balance for the community.

- A *strategic analysis* includes selection of a specific target or set of targets and a corresponding set *of actions, measures and programs* to reach the targets. This includes analysis of the way the municipality's current activities and policies are affecting greenhouse gas emission sources and sinks, as well as new opportunities for mitigation.

- An *implementation plan* indicates the manner in which the identified measures will be carried out, including schedules, budgets, financing, assignment of responsibilities and staff, resource allocations, partnership arrangements, monitoring and evaluation strategies, and how any identified barriers will be overcome.

Nearly 60 Canadian municipalities have made commitments to develop local action plans for greenhouse mitigation, through their involvement with the ICLEI/FCM Partners for Climate Protection program. Greenhouse gas emissions in communities are predominantly from fossil fuel combustion, and a community action plan for greenhouse gas mitigation is necessarily, to a large extent, a community energy plan. Although the individual local action plans will, by definition, be unique, there is lots of room for cooperation and collaboration in the building up of the capacity to develop and implement LAPs. Standardized approaches with supporting toolkits and software exist for local action plan development, common training programs can be offered, and the sharing of experience and knowledge can be facilitated through networked projects such as the ICLEI/FCM Partners for Climate Protection program.

Although interest in tackling the climate change issue at the municipal level is quite recent and still developing, a history of research and innovation in community energy planning goes back over 20 years to the period following the OPEC oil embargo. The challenge facing the next generation of community energy planning will be to build on this experience to develop a modern and integrated approach to energy systems for sustainable community development.

The bibliography includes key references to community energy planning literature (e.g., B.C. Energy Aware Committee, 1997; Allen, 1995; Torrie and Jessup, 1995; California Energy Commission, 1993; Oregon Dept of Energy et al., 1996; Weissman and Corbett, 1992; Ontario, 1992; CMHC, 1982; Urban Consortium Task Force, 1992).

Community Energy Management: The Economic Benefits

Community energy management, when carried out in a way that integrates energy objectives with other community goals, can lead to substantial economic and employment benefits. Strategies for improving the efficiency and increasing local self-reliance in energy use almost always yield net benefits for the community from:

- the respending of fuel and electricity savings;
- reduced traffic congestion and related productivity increase;
- improved local air quality, public health and related economic benefits;
- lower infrastructure costs; and
- enhanced competitiveness in attracting business investment to the community.

There has been a limited amount of research in quantifying these various benefits, but the results are clear enough that an increasing number of municipalities are identifying the greening of their communities as not only an environmental objective, but also as a long-term economic development strategy.

A study done by the IBI group, entitled *Greater Toronto Area Urban Structure Concepts Study,* originally produced in 1990 and updated in 1995, provides some significant findings in terms of the costs of different urban development models.

- If the low density, greenfields development pattern that characterizes urban development in the Greater Toronto Area (GTA) today is maintained, future growth is estimated to require some $90 billion of supporting capital

investment in new infrastructure over a 25-year period. In addition to this figure, ongoing expenditures on, and replacement of, infrastructure that already exists will be required, as well as operating and maintenance expenditures.

- The current urban development pattern is a high cost one, in comparison to more efficient alternatives. An urban form that relies to a greater degree on reurbanization, more compact development and mixed land use would decrease the capital investment required for roads, transit, water and sewer services by an estimated $10 billion to $16 billion, and decrease operating and maintenance costs by $2.5 billion to $4 billion.

- When external costs, such as those associated with emissions, publicly borne health care and accident policing are added to the capital, operating and maintenance cost savings, a conservative estimate would suggest that a total of about $700 million to $1 billion per year ($17.5 billion to $25 billion over 25 years) could be saved in the GTA by accommodating future growth in more efficient urban patterns.

- Further substantial savings could be achieved by altering the standards to which infrastructure of all kinds are built, to allow more efficient, flexible, sustainable and cost-effective alternatives.

- The mechanisms currently in place to raise revenue to pay for new infrastructure (property tax, development charges, user fees and provincial income tax) generate a subsidy to residents of low-density suburban areas by residents of higher-density, mixed-use areas. These subsidies artificially lower the cost of inefficient urban development, and distort the urban housing and property markets.

- Savings from more efficient urban development patterns would accrue to homebuyers, renters, businesses, the provincial government, local and regional municipalities and, ultimately, taxpayers (Blais, 1996: i-ii).

Another study done by CMHC (1997) attempted to quantify the infrastructure costs associated with conventional and alternative development patterns based on the theories of new urbanism. An Ottawa suburb (Barrhaven) was used as a case study. The study concluded that if Barrhaven had been designed along new urbanism principles, the total life-cycle cost (over 75 years) of infrastructure would be $11,000 per residential unit cheaper, or 8.8 per cent less than in the conventional plan. These savings would be roughly split between the public and private sectors. (The developer is responsible for building much of the infrastructure.) The per unit cost savings are attributable to the increase in residential density, and the increase in land use mix, which reduces the residential share of capital, operating and maintenance costs (Essiambre-Phillips-Desjardins Associates Ltd et al., 1995).

The linear infrastructure requirements for different housing types are presented in Table 8.

In addition to the results of these studies, Jaccard et al., (1997: 5) note in their study that the CEM

Table 8
Linear infrastructure requirements of different housing types

Housing Type	Density (units/ha)	Relative Length of Streets and Other Linear Infrastructure (per unit)
Apt. blocks, 8 floors, 6 units per floor	87	1.0
Apt. blocks, 4 floors,	73	1.7
Triplexes (groups of 4)	55	2.8
Duplexes (groups of 4)	37	4.2
Detached single-family bungalows	10	17.5

Source: D'Amour, 1993-12.

initiatives for each of the communities studied had combined life-cycle costs 15 to 30 per cent lower than the business-as-usual scenarios. They conclude, "in other words, the reduction in CO_2 emissions from CEM measures fit what has generally been defined as no regrets in that these measures are desirable from an economic perspective alone."

The Eco-Village: Shape of the Future?

Perhaps the most advanced examples of community energy planning are represented by the eco-village concept. Much more explicitly environmental in its orientation than other types of "new urbanism," the primary aim is to reduce the environmental impact and resource consumption of urban development. This approach addresses the demands urban development places on the environment, both as a source of materials and resources, and as a sink for pollution and waste. To reduce the ecological footprint of the community, eco-villages set rigorous standards for energy consumption in buildings and transportation, waste management and water consumption. Some eco-villages will also limit the size of the development according to a defined aspect of the carrying capacity of the immediate environment. Eco-villages maximize the use of renewable energy resources and reduce the impact of sewage treatment to zero on the receiving water bodies. They emphasize on-site systems for energy supply, stormwater management, water supply, sewage treatment and waste management (Hygeia Consulting and REIC Ltd, 1997: 11).

Eco-village developments share features, such as compact form and pedestrian orientation, with communities designed along the principles of new urbanism, but place a greater emphasis on the environmental impact of human habitation. In addition to the savings on linear infrastructure resulting from a more compact urban form, eco-villages reduce the capital and operating costs related to the supply of services through built-in demand management features, and lower per capita requirements for energy, water and waste disposal. In addition, some eco-villages in Europe are developing small-scale co-generation and renewable energy technologies, systems for collecting potable water and treating wastewater on site, and for returning compostable solid waste to the nutrient cycle. All these systems have the potential for reducing or eliminating the need for expensive, centralized public infrastructure.

Although still very much outside the mainstream of urban planning, the eco-village or "eco-development" approach to urban planning offers the greatest long-term potential for community energy planning for environmental improvement. There is a growing network of such experimental urban developments around the world <www.ecovillage.org>, usually located in suburban or rural settings, but including some inner-city redevelopment projects (e.g., Los Angeles Eco-village project).

Examples of eco-village developments

- The Tucson Solar Village in Arizona, also known as the Cinvano Project, is one of the best known eco-village developments in the United States. Situated on a 458 hectare (1,132 acre) site in suburban Tucson, Cinvano is now under construction. Consisting of a 40.5 hectare (100 acre) commercial centre surrounded by 2,600 homes in four neighbourhoods, 30 per cent of the site is preserved natural land, an additional 10 per cent is planned open space. The residential performance target for energy is to bring consumption to less than 50 per cent of the Arizona 1995 model building code and to reduce community traffic by 40 per cent compared to typical suburban levels <www.cinvano.com>.

- There are several dozen eco-village projects in Europe, including the Ecolonia Project in the Netherlands. Here again, the emphasis is on dramatically lower environmental impacts compared with typical development. Energy consumption per dwelling is 25 per cent below the already stringent Dutch building standards, and neighbourhood form, site layout and building orientation are all designed with solar gain and efficiency in mind (Novem, nd).

- In New York, EcoVillage at Ithaca (EVI) is a 71 hectare (176 acre) site bordering a nature preserve and overlooking the City of Ithaca. Less than three kilometres (two miles) from Ithaca's downtown, EVI includes co-housing, organic agriculture, cottage industries, an education centre and natural areas, preserving and restoring over 80 per cent of the land as green space. The residential component comprises three to five tightly clustered co-housing communities surrounding a village green <www.cfe.cornell.edu/ecovillage/>.

- In Canada, the most ambitious eco-village type of development proposed to date has been the Bamberton Development Project, north of Victoria, British Columbia. The proposal, which was successfully opposed by a number of public interest and First Nation groups, included plans for an eventual community of 12,000 to 15,000 residents in 4,900 dwellings on a 600 hectare (1,483 acre) site on the western shore of Saanich Inlet. All residential and commercial buildings were to have high levels of energy and water efficiency, cutting energy consumption to less than half that of conventional developments. The plan called for a job to household ratio of at least one, but given the proposed location of the community, criticisms that it would essentially be a bedroom community for Victoria are well founded.

How Important Could Community Energy Planning Be to Greenhouse Gas Reduction?

There is no single answer to the question of how great the emission reductions from effective community energy planning can be. The answer is as varied as local circumstances and opportunities. There are some analyses that put a number on the total, but different studies define the scope of community energy management differently and use varying methods to quantify potential impacts.

One recent Canadian study does provide an estimate of the emissions reduction potential of applying CEM in British Columbia. Jaccard et al. (1997: 1063) applied the principles of CEM to four communities representative of the province. These communities varied in size, from a small settlement not integrated into either the provincial gas or electricity grids (Anaheim Lake), to a large, high-growth suburb of Vancouver (Surrey). Each community was assumed to have made a concerted effort to apply CEM. Included in their efforts were land use planning, transportation management, site design, and local energy supply and delivery planning. The results of the modelling exercise suggested that CEM could lead to energy savings of 15 to 30 per cent and air emissions (CO_2 and NOx) reductions of 30 to 45 per cent for these communities relative to a "business-as-usual" scenario. These savings would occur over the period 1995-2010. Furthermore, the study extended the analysis to cover implementation of one aspect of CEM—land use planning—to the provincial level. The study estimated that CO_2 emissions could be reduced by 7.9 million tonnes (17 per cent) from a business-as-usual scenario by the year 2010, for a population projected to be 5.4 million.

Studies and other empirical evidence lend support to the Jaccard et al. conclusions. Owens (1991), Oregon Dept. of Energy et. al. (1996) and CMHC (1998) indicate that up to a 20 per cent improvement in space heating energy efficiency for new residential development due to better siting and house design strategies is possible. Better siting and house design strategies (for example, increasing south-facing window area) would allow communities to take advantage of passive solar gain in winter and microclimatic conditions (Oregon Dept. of Energy et al., 1996; CMHC, 1998: 46-47). Higher density and improved efficiency standards could provide up to a 26 per cent space heating efficiency improvement for new housing. A combination of these strategies could reduce the energy consumption of new housing by up to 50 per cent. It is worth noting that this is what is considered achievable just by moving to an R-2000 standard for all new housing. As indicated in Table 6, the effects of a variety of CEM measures on energy demand range from reductions of five per cent to 150 per cent.

As part of Victoria, Australia's Greenhouse Neighbourhood Project, a group of consultants attempted to quantify the impacts of developing traditional neighbourhood design (TND) neighbourhoods on greenhouse gas emissions. In terms of household heating requirements, they found a 26 per cent reduction in CO_2 emissions. This was due largely to an increase in the degree of "attachment" of dwellings (a greater use of semi-detached, rowhouses and apartments than in traditional suburban areas) and a greater degree of solar orientation of households (Loder and Bayly Consulting Group, 1993:14). Car-related emissions also fell dramatically compared with conventional suburban development, partly due to reductions in the number and length of trips, and partly due to the provision of a pedestrian and bicycle friendly infrastructure that provided quick access to local services.

However, reducing emissions in an entire city-region will occur more gradually. Stockholm represents an example of what has actually been achieved by municipal government in the transportation sector. Over a decade, Stockholm achieved a 15 per cent increase in transit ridership and a 4.7 per cent decline in per capita auto kilometres travelled.

What becomes clear from the studies cited above is that the energy and emissions reduction potential from community energy management is quite significant. Although there is a lack of empirical evidence, the Jaccard et al. (1997) assertion that British Columbia's CO_2 emissions could decline by 17 per cent over a 15-year period through the broad application of land use planning seems reasonable. As their study indicates, additional reductions would seem likely from the application of other elements of community energy management and, once again, other studies seem to support this conclusion. Evaluating all the information provided above, emission reductions from the application of other elements of energy management could include a three per cent reduction in total municipal sector emissions from a broad application of district energy, a five per cent reduction from transportation management initiatives and a further five per cent reduction from better site design, for an estimated total reduction potential of about 30 per cent. It does not seem unreasonable to think that the Jaccard et al. results could be extended to most parts of Canada. In fact, the numbers would likely be higher in every other province except Manitoba and Québec. British Columbia, Manitoba and Québec all use large amounts of hydraulic generation in their production of electricity, which reduces the emissions reduction potential of some CEM initiatives.

CONCLUDING COMMENTS

Community energy management includes a wide variety of initiatives that can result in very significant energy efficiency gains and greenhouse gas emission reductions for cities and towns. There are several important elements to CEM that should be kept in mind. The financial benefits from implementing CEM would appear to be as significant as the emissions reduction potential, probably even more significant when it comes to garnering public and political support for CEM initiatives. In addition, there are many intangible quality-of-life benefits to CEM, as managing energy and other aspects of community living are inextricably linked.

There are many barriers to implementing CEM. Lack of clear jurisdiction, lack of cooperation, lack of information, lack of political will, lack of capital, competing priorities and lack of a sense of urgency all likely play a role. All these barriers can be overcome, provided a lead agency or "champion" begins the process of removing them. Convincing decision makers that CEM is in the nation's economic and environmental interests should be the priority action item. In order to begin explaining the benefits, more information is required. More empirical studies are required to provide the evidence needed. Studying and disseminating information on the impact of existing CEM initiatives should be a priority. Tools that can monitor the impact of CEM and demonstrate how such initiatives could be applied in other communities are few and far between. Developing these tools and carrying out studies on communities across the country would be an important way of refining our understanding of the benefits of CEM.

Urban form is constantly changing. The automobile-dependent suburb of the 1970s and 1980s is quite different from the more compact suburban development of the 1950s and 1960s, and the community forms of the decades ahead will be shaped by demographic, economic and environmental constraints in ways that are difficult if not impossible to predict. We do know that local government planning and policies have a profound impact on urban form and on the associated level and pattern of energy use in the community. The sprawling suburbs around Toronto, Vancouver and other Canadian cities are much more energy intensive and automobile dependent than their earlier counterparts, and provincial and local government policies and infrastructure investment are largely responsible for this difference. Community energy management offers the possibility of very deep and long-term reduction in the environmental stress, including greenhouse gas emissions, in Canadian towns and cities. While the fairly modest emission reduction targets in the Kyoto Protocol may be achievable with incremental technological innovation to the existing infrastructure and urban form, the possibility of achieving long-term, deep and permanent reductions in Canada's greenhouse gas emissions will certainly require the development and application of CEM capacity throughout the country.

BIBLIOGRAPHY

Allen, Eliot. (1995). *Community Energy Planning and Design Bibliography.* Criterion Planners and Engineers, Portland, Oregon.

Arkay, Katherine and Caroline Blais. (1996). *The District Energy Option in Canada.* Natural Resources Canada.

Bartholomew, Keith A. (1992). *City Planning, Energy and the Environment OECD Workshop.* May 21-22, 1992, Newcastle upon Tyne, Portland Oregon Case Study.

B.C. Energy Aware Committee. (1997). *A Tool Kit for Community Energy Planning in B.C.* Prepared by Compass Resource Management Ltd and The ARA Consulting Group, Vancouver.

Bernsen, Else. (1991). *District Heating, Combined Heat and Power, and Urban Infrastructure: Co-ordination of City Planning and Energy Supply, Draft State of the Art Paper.* OECD Environment Directorate Group on Urban Affairs, April.

Blais, Pamela. (1996). *The Economics of Urban Form.* Prepared for the GTA Task Force, Berridge Lewinberg Greenberg Dark Gabor Ltd., January.

California Energy Commission. (1993). *Energy Aware Planning Guide.* Sacramento, January.

Calthorpe, Peter. (1991). *The Post-Suburban Metropolis, Whole Earth Review.* Winter.

CETC (Community Energy Technologies Group). (1997). *The Potential for CO_2 Emission Reductions in Canada* by Implementing District Heating Systems. CANMET, September.

City of Newcastle Upon Tyne. (1992). *Energy and The Urban Environment: Strategy for a Major Urban Centre—Newcastle Upon Tyne,* U.K. Newcastle Upon Tyne City Council, May.

CMHC (Canada Mortgage and Housing Corporation). (1982). *Tumble Ridge Planning Framework for Energy Conservation Planners.* Technical Research Division, Policy Development and Research Sector, CMHC, Ottawa.

———. (1995). *Resettling Cities: Canadian Residential Intensification Initiatives, Research & Development Highlights.* Issue 20, January.

———. (1997). *Conventional and Alternative Development Patterns Phase I: Infrastructure Costs.*

———. (1998). *Tap the Sun: Passive Solar Techniques for Canadian Housing.*

D'Amour, David, (1993). *Towards an Investigation of Sustainable Housing.* Canada Mortgage and Housing Corporation, July.

Duany, Andres. (1991). *Land Use, Urban Form and Environment.* Metro 1991 Growth Conference Proceedings.

Dunphy, Robert T. and Kimberly Fisher. (1993). *Transportation, Congestion, and Density: New Insights.* Urban Land Institute, August.

Energy Victoria, Environment Protection Authority, Department of Infrastructure. (1998). *Urban Village Tool Kit.* February.

Energy Victoria, Environment Protection Authority, Department of Infrastructure and Energy Research and Development Corporation. (1996). *Urban Villages Project – Encouraging Sustainable Urban Form - Summary Report.* August.

Essiambre-Phillips-Desjardins Associates Ltd., J.L. Richards & Associates Limited and C.N. Watson Associates Ltd. (1995). *Infrastructure Costs Associated with Conventional and Alternative Development Patterns: Summary Report.* CMHC and Regional Municipality of Ottawa-Carleton, June.

Global Cities Project. (1993). *Building Sustainable Communities, An Environmental Guide for Local Government; Land Use: Stewardship and the Planning Process.* Centre for the Study of Law and Politics, May.

Grant, Jill et al. (1993). *Sustainable Development in Residential Land Use Planning.* Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa.

Holtzclaw, John. (1993). *Sustainability: Where Cities and Cars Collide.* Community Sustainability Conference, George Mason University, Sierra Club, November 19.

Hygeia Consulting and REIC Ltd. (1997). *Changing Values, Chancing Communities – A Guide to the Development of Healthy Sustainable Communities.* Canada Mortgage and Housing Corporation.

IBI Group. (1990). *Greater Toronto Area Urban Structure Concepts Study: Background Report.* Prepared for Greater Toronto Coordinating Committee.

International Council for Local Environmental Initiatives. (1997). *Reducing Greenhouse Gas Emissions from the Transportation Sector – Workshop #3.* The Cities for Climate Protection Campaign-US Workshop, Santa Monica, California, February 5-8.

IRT Environment, Inc. (1992). *Sacramento Municipal Utility District – Commercial Lighting & Industrial Program.*

Jaccard M., L. Failing and T. Berry. (1997). "From Equipment to Infrastructure: Community Energy Management and Greenhouse Gas Emission Reduction." *Energy Policy.* Vol. 25, no. 13, pp.1065-1074.

Jessup, Phillip and Ralph D. Torrie. (1996). *Saving the Climate – Saving the Cities.* 3rd edition, International Council for Local Environmental Initiatives, Toronto.

JHK & Associates, Inc. and Brady and Associates. (1995). *Transportation-Related Land Use Strategies to Minimize Motor Vehicle Emissions: An Indirect Source Research Study, Final Report.* California Air Resources Board and the California Environmental Protection Agency, June.

Kates, R.W. and R. Torrie. (1998). "Global Change in Local Places." *Environment.* Vol. 40, no. 2: 5, pp. 39-41.

Loder and Bayly Consulting Group, RJ Nairn & Partners Pty Ltd., Sustainable Solutions Pty Ltd., PPK Consultants Pty Ltd. (1993). *Greenhouse Neighbourhood Project; The Low Energy Suburb, Summary Report.* Environment Protection Authority and Energy Victoria, July.

MacRae, Morgan. (1992). *Realizing the Benefits of Community Integrated Energy Systems.* Canadian Energy Research Institute, Study no.45, ISBN 0-920522-76-9, June.

Metro DES Working Group. (1995). *The Potential for District Energy in Metro Toronto.* Metro Toronto Works Department, CANMET and Ontario Hydro, March.

Miller, Eric J. et al. (1993). *Quantitative Analysis of Urban Transportation Energy Use and Emissions: Phase I Final Report.* University of Toronto, May.

Newman, Peter and G. Kenworthy. (1989). *Cities and Automobile Dependence - An International Sourcebook.* Gower Publishing Company Limited.

Newton P.W. (Ed). (1997). *Re-Shaping Cities for a More Sustainable Future – Exploring the Link Between Urban Form, Air Quality, Energy and Greenhouse Gas Emissions.* Australian Housing and Urban Research Institute, November.

NOVEM (Netherlands Agency for Energy and the Environment). (nd). *Ecolonia – Demonstration Project for Energy and Environmentally Aware Building and Living.*

NRCan (Natural Resources Canada). (1996). *District Energy. Michael Wiggin, Energy Systems Technology Implementation Group,* CANMET Energy Technology Centre, Ottawa.

OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). (1990). *Urban Travel and Sustainable Development – Outline of a Discussion Paper.* Paris, November.

———. (1994). *How to Combat Global Warming at the Local Level.* Heidelberg Conference, Germany, September 7-9.

Ontario Hydro. (1992). *Espanola Power Savers Project Video,* May.

Ontario Ministry of Transportation and Ontario Ministry of Municipal Affairs and Housing. (1992). *Transit Supportive Land Use Guidelines.* Toronto.

Oregon Department of Energy, Washington State Energy Office, California Energy Commission. (1996). *The Energy Yardstick: Using PLACE3S to Create More Sustainable Communities.* Center of Excellence for Sustainable Development, U.S. Department of Energy, August.

Owens, Susan. (1991). *Land Use Planning, Siting and Building Regulations: Setting the Right Directions for Efficient Urban Structures in the Long Term, Draft State of the Art Paper,* OECD Environment Directorate Group on Urban Affairs, April.

Perl, Anthony and John Pucher. (1995). "Transit in Trouble?" *Canadian Public Policy Journal.* Queen's University, Kingston.

Public Technology, Inc. (1989). *The Hidden Link: Energy and Economic Development – Phase II Marketing and Financing Strategies for Community Energy Projects.* U.S. Department of Housing and Urban Development, Washington, January.

Rocky Mountain Institute. (1995). *Community Energy Workbook – A Guide to Building a Sustainable Economy,* Alice Hubbard and Clay.

Soberman, Richard M. and Eric J. Miller. (1997). *Full Cost Pricing and Sustainable Urban Transportation: A Case Study of the Greater Toronto Area.* Ontario Ministry of Transportation, November.

Torrie, Ralph. (1996a). "Personal Mobility is Not What It Used To Be." *Ecodecision. Vol. 21,* Montréal, Summer.

———. (1996b). *Urban Greenhouse Gas Inventories and Emission Reduction Assessment in Canada—Methodological and Analytical Issues.* International Council for Local Environmental Initiatives.

Torrie, Ralph and Phil Jessup. (1995). *Saving the Climate, Saving the Cities, A Handbook on Climate Change for Local Government.* International Council for Local Environmental Initiatives, Toronto.

Torrie, Ralph D. (1993). *"Cities and CO_2: Research Results and Policy Implications from the Urban CO_2 Reduction Project."* Prepared for International Council for Local Environmental Initiatives Municipal Leader's Summit on Climate Change and the Urban Environment, United Nations, New York, January.

———. (1996). *Urban Greenhouse Gas Inventories and Emission Reduction Assessment— Toward a Standardized Quantification Framework.* Torrie Smith Associates and ICLEI, December 1995, revised 1996.

Torrie, Ralph D. and Robin Skinner. (1996). *"Urban Greenhouse Inventories and Emission Reduction Assessment in Canada—Methodological and Analytical Issues."* Torrie Smith Associates, report for the City of Ottawa and Environment Canada.

———. (1997). *"ICLEI—Cities for Climate Protection Campaign Protocol and Guidelines for Reporting." Draft* 2.2.

Torrie, Ralph, Torrie Smith Associates. (1995). *Energy for Sustainable Cities—Thinking Globally and Acting Locally. A Strategic Discussion Paper of the International Council for Local Environmental Initiatives,* Toronto, June.

———. (1996). *Business Strategies for Sustainable Development in the Canadian Energy Sector. A Discussion Paper for the National Round Table on the Environment and the Economy Workshop on Business and the Environment,* Montréal, October.

Torrie Smith Associates. (1994). *Environmental Improvement through Urban Energy Management—Canadian Overview.* Canada Mortgage and Housing Corporation, Ottawa, August.

———. (1997a). *Greenhouse Gas Emission Reductions—Quantification Guidelines for TAF Applicants.* Prepared for Toronto Atmospheric Fund, ICLEI.

———. (1997b). *Cities for Climate Protection Greenhouse Gas Emissions Software—User's Guide.* Version 2.0. International Council for Local Environmental Initiatives.

Transport Canada, Environment Canada, Natural Resources Canada, Department of Finance Canada, Industry Canada and Marbek Resource Consultants. (1998). *Foundation Paper on Climate Change—Transportation Sector (Initial Draft).* June.

Urban Consortium Task Force. (1992). *Sustainable Energy—A Local Planning Guide for a Sustainable Future.* December.

Weissmann, Steve and Judy Corbett. (1992). *Land Use Strategies for More Livable Places.* California Local Government Commission, Sacramento.

RAPPORT DE RECHERCHE

GESTION COMMUNAUTAIRE DE L'ÉNERGIE : DOCUMENT DE BASE

SÉRIE SUR
LA MAISON ET
LES COLLECTIVITÉS
SAINES

SCHL CMHC

AU COEUR DE L'HABITATION
Canada

SCHL—Au cœur de l'habitation

La Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) est au cœur de l'habitation. Toutes ses activités visent à aider les Canadiens et les Canadiennes à vivre dans un logement sûr à tout point de vue.

À titre d'organisme national responsable du logement, la SCHL joue un rôle important dans le secteur canadien de l'habitation. Elle propose de nouvelles façons de financer l'achat des maisons. Elle favorise l'innovation dans le domaine de la technologie et de la conception des habitations. Grâce à son assurance prêt hypothécaire, elle aide les Canadiens et les Canadiennes à réaliser leur rêve et à posséder leur propre maison.

Les Canadiens et les Canadiennes tirent avantage de la collaboration de la SCHL avec ses partenaires des secteurs public, privé et sans but lucratif en vue d'améliorer la qualité et l'accessibilité des logements et de faire en sorte qu'ils soient plus abordables, partout au pays.

L'aide accordée par la SCHL permet aux ménages à faible revenu, aux aînés, aux personnes handicapées et aux Autochtones de vivre dans des logements convenables et abordables. La SCHL crée des emplois pour les Canadiens et les Canadiennes dans le domaine des produits et services en aidant le secteur de l'habitation à exporter ses connaissances et ses compétences dans d'autres pays.

Les recherches de pointe effectuées par la SCHL améliorent la qualité des logements et font en sorte que ceux-ci soient plus abordables. Afin d'aider les Canadiens et les Canadiennes à tirer profit de son savoir-faire dans le domaine de l'habitation et à prendre des décisions éclairées, la SCHL est devenue le plus important éditeur canadien de publications portant sur le logement. Elle possède également la collection la plus complète de documents sur l'habitat.

Les Canadiens et les Canadiennes peuvent avoir facilement accès à nos informations par l'entremise des points de vente et des bureaux régionaux de la SCHL.

Vous pouvez aussi communiquer avec nous par téléphone :
1 800 668-2642 [à l'extérieur du Canada : (613) 748-2003]
ou par télécopieur : (613) 748-4069.
Pour nous joindre en direct, visitez notre page d'accueil à l'adresse suivante : www.cmhc-schl.gc.ca

La Société canadienne d'hypothèques et de logement appuie la politique du gouvernement fédéral sur l'accès à l'information pour les personnes handicapées. Si vous désirez obtenir la présente publication en des médias substituts, composez le 1 800 668-2642.

Gestion communautaire de l'énergie : document de base

Préparé pour :
David D'Amour (SCHL),
Coprésident,
Sous-comité de la planification communautaire de l'énergie
Table des municipalités
Processus de changement climatique national

par :
Torrie Smith Associates

La SCHL offre de nombreux renseignements relatifs à l'habitation. Pour plus d'information, veuillez composer le 1 800 668-2642 ou visitez notre site *Web* : www.cmhc-schl.gc.ca

This publication is also available in English under the title: *Community Energy Management – Foundation Paper*, PE 0354.

Cette recherche a été financée (en partie) par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL). La qualité rédactionnelle de ce rapport, son contenu et les opinions qui y sont émises sont de l'auteur (des auteurs). La SCHL ne saurait en assumer la responsabilité et se dégage de toute obligation relativement aux conséquences résultant de l'utilisation que le lecteur pourrait faire des renseignements, des matériaux ou des techniques qui y sont décrits.

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre :

Gestion communautaire de l'énergie : document de base

Publ. aussi en anglais sous le titre : Community energy management – Foundation Paper

ISBN 0-660-96231-4
No de cat. NH15-331/1999F

1. Politique énergétique – Canada
2. Écologie urbaine – Canada
3. Urbanisme – Économie d'énergie – Canada
4. Gaz à effet de serre – Aspect de l'environnement – Canada
I. Torrie Smith Associates, Inc.
II. Société canadienne d'hypothèques et de logement

© 2000, Société canadienne d'hypothèques et de logement.
Tous droits réservés. La reproduction, le stokage dans un système de recherche documentaire ou la transmission d'un extrait quelconque de cet ouvrage, par quelque procédé que ce soit, tant électronique que mécanique, par photocopie, enregistrement ou autre moyen sont interdits sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Sans que ne soit limitée la généralité de ce qui précède, il est de plus interdit de traduire un extrait de cet ouvrage dans toute autre langue sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION ET CONTEXTE 1

CONSOMMATION D'ÉNERGIE AU CANADA ET ENVERGURE DE LA GESTION COMMUNAUTAIRE DE L'ÉNERGIE 5

UTILISATION DES TERRAINS, FORME URBAINE ET ÉMISSIONS DE GAZ DE SERRE 7

Types de transport, d'énergie et d'utilisation des terrains dans différentes villes 7

Établissement des connexions 9

Mobilité réduite : le potentiel de réduction des gaz d'échappement 13

SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES DE QUARTIER 17

La technologie et son importance stratégique 17

Le chauffage à distance au Canada 18

Principaux facteurs pour l'application de systèmes énergétiques de quartier 20

Quantification du potentiel de l'énergie de quartier 21

PLANIFICATION COMMUNAUTAIRE DE L'ÉNERGIE ET POTENTIEL DE RÉDUCTION DES GAZ DE SERRE 23

L'énergie pour les collectivités durables 23

Gestion communautaire de l'énergie : les avantages économiques 28

L'écovillage : la structure de l'avenir? 30

Dans quelle mesure la planification communautaire de l'énergie peut-elle être importante pour la réduction des gaz de serre? 31

REMARQUES DE CONCLUSION 33

BIBLIOGRAPHIE 34

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Hiérarchie des choix en matière d'énergie 3

Tableau 2 : Émissions de gaz de serre dans les collectivités au Canada, 1990 5

Tableau 3 : Principales données sur le transport, l'utilisation des terrains et l'économie pour 37 villes, 1990 8

Tableau 4 : Densités typiques pour diverses formes de logement 9

Tableau 5 : Croissance et changement au sein des régions urbaines (RU) canadiennes, de 1981 à 1986 9

Tableau 6 : Influence de la forme urbaine sur la demande énergétique 15

Tableau 7 : Quelques systèmes énergétiques de quartier au Canada, 1990 19

Tableau 8 : Exigences de l'infrastructure linéaire correspondant à différents types de logement 29

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Émissions de gaz de serre selon la consommation énergétique des des collectivités, par secteur et par combustible, 1990 6

Figure 2 : Émissions de gaz de serre selon la consommation énergétique des collectivités, par secteur et par utilisation finale, 1990 6

INTRODUCTION ET CONTEXTE

Les municipalités ne sont pas seulement des endroits où l'on consomme beaucoup d'énergie et où se déroulent d'autres activités pouvant modifier le niveau des émissions et des puits de gaz de serre. Elles sont aussi des systèmes intégrés pouvant être conçus et planifiés afin de réduire les besoins énergétiques et d'améliorer la situation relative aux puits de gaz de serre. Un élément de base de cette approche stratégique élargie est la gestion communautaire de l'énergie (GCE), c'est-à-dire l'intégration des facteurs énergétiques aux processus de planification et de gestion municipaux, de manière à produire de multiples avantages dépassant les répercussions des initiatives individuelles et séparées.

Reconnaissant l'importance centrale de la gestion communautaire de l'énergie pour réduire de manière efficace et durable les gaz de serre au niveau local, la Table des municipalités a constitué le Sous-comité de la planification communautaire de l'énergie. Avec l'aide de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL), le Sous-comité a élaboré le présent document afin de détailler l'importance de la GCE à l'égard de la réduction des gaz de serre, et en vue de suggérer des orientations possibles pour les travaux futurs de la Table des municipalités dans ce domaine.

La gestion communautaire de l'énergie comprend deux grandes initiatives enracinées dans la profession canadienne de planification.

La première vise à changer la conception des quartiers, des villages, des villes et des régions, en vue de créer nécessairement des collectivités plus « habitables » avec des logements abordables dans des milieux attrayants qui améliorent l'accessibilité aux services et à l'emploi, préservent les espaces verts, réduisent la pollution et le bruit et, en général, créent un paysage urbain plus sûr avec un plus grand sentiment d'espace et de collectivité. Le concept des collectivités habitables a produit plusieurs initiatives de planification urbaine comme la conception urbaine néo-traditionnelle, l'aménagement axé sur les piétons, les habitations communautaires et les écovillages. Ici, comme pour d'autres initiatives, les principales caractéristiques sont l'utilisation optimale de l'énergie et la réduction des déchets, y compris des stratégies pour réduire la dépendance à l'égard des véhicules automobiles. Les économies qui en découlent sont avantageuses pour les promoteurs, le gouvernement local et les consommateurs, sous forme d'un investissement plus faible par foyer dans la construction et l'entretien de l'infrastructure urbaine (routes, égouts, conduites principales d'eau, services publics) et de coûts moins élevés de carburant et d'électricité, autant d'économies qui peuvent être recyclées dans la collectivité pour un développement économique supplémentaire et des améliorations à l'environnement.

Le deuxième grand ensemble d'initiative en matière de planification communautaire de l'énergie est l'extension de la gestion et de la planification énergétiques, y compris la gestion axée sur la demande (GAD) et la planification intégrée des ressources (PIR). Ces démarches visent à répondre aux besoins de la société en services énergétiques, de manière à réduire le débit d'énergie, voire à retirer des avantages économiques et environnementaux. La planification intégrée des ressources est fréquemment utilisée par les services publics d'électricité et de gaz naturel pour évaluer les choix entre les nouvelles solutions en matière de gestion axée sur l'offre et la demande. Dans le contexte de la gestion communautaire, la GAD et la PIR sont orientées vers des choix relatifs aux systèmes d'acheminement de l'énergie (climatisation et chauffage à distance, chaleur et électricité combinées, énergie renouvelable), et à l'efficacité énergétique et des ressources des bâtiments (conception solaire passive, réduction des pertes thermiques dans les bâtiments, diminution de la consommation d'eau et de la production des eaux usées).

Le présent document explore le potentiel de planification communautaire de l'énergie (PCE) pour contribuer à réduire les émissions de gaz de serre au Canada. L'exposé commence par définir la GCE et son rôle par rapport aux grands objectifs communautaires comme la réduction des dépenses du secteur public, la création d'emploi et l'amélioration de la qualité de vie. Cet exposé se situe dans le contexte du niveau et de la structure de la consommation énergétique dans les localités canadiennes, surtout celles qui sont assujetties à l'influence des initiatives de GCE. Deux aspects de cette dernière font l'objet d'un examen détaillé : la relation entre l'utilisation des terrains et la consommation énergétique, et le potentiel que présentent les systèmes d'énergie à distance dans les localités canadiennes.

Il existe une puissante relation entre la structure spatiale urbaine et l'efficacité énergétique. La densité, la composition et l'aménagement des utilisations des terrains dans une localité influent sensiblement sur le nombre et la nature des moyens de transport et, par conséquent, l'usage de l'énergie pour le transport et ses répercussions environnementales connexes. Ces mêmes caractéristiques urbaines influent également sur la quantité d'énergie nécessaire pour chauffer et climatiser des bâtiments, et pour construire et exploiter une infrastructure communautaire. Les collectivités contribuent à la production, à la distribution et à la consommation efficaces d'énergie, par les choix de planification et de conception qu'elles sont amenées à faire. Elles peuvent améliorer leur environnement, leur économie et la qualité de vie de leurs habitants en étant conscientes des conséquences énergétiques de leurs choix. Ces avantages étendus sont attribuables à la nature intégrale de l'énergie dans les localités, où les gains en efficacité réalisés dans un secteur se répercutent dans d'autres.

À cause de l'influence prédominante de l'énergie dans une collectivité, la création d'un plan détaillé pour l'usage efficace des ressources renouvelables et non renouvelables est une bonne stratégie permettant d'atteindre simultanément d'autres objectifs communautaires.

- *Améliorer la qualité de l'air et réduire les émissions de gaz de serre.* Moins de voyages en automobile et des maisons et des entreprises plus efficaces : voilà des moyens de réduire sensiblement la pollution locale de l'air ainsi que les émissions de gaz de serre, surtout le gaz carbonique (CO_2).

- *Des logements abordables.* Des types d'aménagement compact peuvent contribuer à créer des logements plus abordables, et des factures moins élevées d'énergie et d'essence peuvent améliorer l'admissibilité au financement immobilier et réduire les coûts de location.

- *Moins de congestion du trafic et meilleure mobilité.* Un accès facile et sûr au transport en commun et des utilisations mixtes des terrains réduisent l'usage des véhicules automobiles, la congestion du trafic et la consommation d'essence.

- *Réduire le coût de la prestation des services publics.* L'aménagement compact réduit la longueur des conduites d'eau, d'égout, de gaz naturel et de fils électriques, permettant ainsi de réaliser des économies en construction, en fonctionnement et en entretien, à la fois dans les secteurs public et privé.

- *Préservation des grands espaces et des terres agricoles.* Un aménagement efficace des régions et villes compactes réduit l'expansion urbaine et préserve les puits d'émission de gaz carbonique.

- *Revenu personnel et d'entreprise accrus.* Des économies d'énergie deviennent un revenu disponible pour les particuliers et un fonds de roulement pour les entreprises, conservant un plus grand nombre de dollars dans l'économie locale et augmentant les dépenses relatives à l'infrastructure communautaire.

- *Conservation et création d'emplois.* La réduction des coûts commerciaux et industriels en matière d'énergie et le

réinvestissement local des économies contribuent à protéger les emplois actuels et peuvent en créer de nouveaux.

C'est le lien entre ces objectifs d'aménagement communautaire et le système énergétique sous-jacent dans la localité qui a mené à la détermination de la GCE comme approche du développement communautaire durable. La GCE comprend généralement les mesures suivantes :

- *planification de l'utilisation des terrains* (zonage pour des utilisations spécifiques des terrains, densités et modalités de l'utilisation des terrains);

- *gestion des transports* (réglementation de la circulation, élaboration de véhicules de grande capacité, infrastructure et services de transport en commun ainsi que pour les piétons et les cyclistes);
- influence de la *conception des emplacements* (encourager les conceptions améliorant l'aspect économique des mesures d'efficience énergétique, d'approvisionnement en énergie de rechange ainsi que l'usage de l'énergie solaire passive et les considérations relatives au microclimat); et
- encouragement *de systèmes d'approvisionnement et d'acheminement énergétiques efficaces et peu nocifs* pour l'environnement (systèmes énergétiques de quartier utilisant parfois de l'énergie renouvelable ou l'énergie des déchets).

Jaccard et coll. (1997) décrivent la pertinence des modes d'utilisation des terrains urbains et de l'infrastructure pour la politique énergétique, en représentant les déterminants de la demande en énergie dans une hiérarchie de choix pertinents (voir le tableau 1). Au sommet de la hiérarchie figurent les caractéristiques très lentes, largement déterminées par les décisions prises dans le secteur privé, ainsi que l'investissement fourni par les fonds publics : le type fondamental d'utilisation des terrains (forme urbaine) et l'infrastructure connexe. Nous savons que les investissements liés tant aux décisions sur l'utilisation des terrains qu'à l'infrastructure, ont une influence profonde et durable sur le niveau de consommation énergétique de la collectivité : la planification de cette énergie insiste sur ces connexions et intègre explicitement les considérations énergétiques à la planification communautaire.

Tableau 1 :
Hiérarchie des choix en matière d'énergie

Niveau 1 : Types de l'infrastructure et de l'utilisation des terrains		
• Densité • Composition des utilisations de terrains • Infrastructure d'approvisionnement énergétique • Réseaux de transport	⇦	Plans locaux, plans directeurs, structure des taxes foncières, impôts sur les lotissements, attributions d'emprises
Niveau 2 : Principaux processus de production, moyens de transport et bâtiments		
• Choix du processus industriel • Choix du moyen de transport • Conception du bâtiment et de l'emplacement	⇦	Codes et normes locaux, frais d'utilisation, politiques et prix de stationnement, programmes locaux de gestion de la demande, politiques du développement industriel et économique
Niveau 3 : Équipement consommant de l'énergie		
• Véhicules de transport en commun • Systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC) • Appareils électroménagers • Moteurs	⇦	Pratiques d'achat locales, influences des codes et règlements locaux, programmes d'éducation

La densité et les modes d'utilisation des terrains influent sur les exigences en matière de service énergétique (p. ex., distances parcourues par les navetteurs), la conception des systèmes de transport urbain, le caractère des systèmes de transmission de l'énergie, le potentiel d'utilisation des déchets et les possibilités que présentent les systèmes d'énergie de remplacement. Les changements dans l'utilisation des terrains et

la forme urbaine se produisent sur une longue période (de 10 ans à un siècle) et, collectivement, ont une profonde incidence sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz de serre. Les changements dans l'utilisation des terrains ne sont pas seulement lents, mais aussi graduels, de sorte que les décisions pertinentes prises aujourd'hui, même si elles n'ont pas forcément un grand impact immédiat sur la consommation énergétique, peuvent exercer une influence future durable. De petits changements graduels peuvent, à la longue, modifier largement la consommation énergétique et les émissions de gaz de serre. Par contre, les décisions sur l'utilisation des terrains qui favorisent les activités consommatrices de ressources représentent une occasion perdue dont les conséquences sont tout aussi durables.

Plus en bas de la hiérarchie représentée par la figure 1, se trouvent les processus de production, les moyens de transports, les conceptions des emplacements des bâtiments, ainsi que les technologies individuelles consommant de l'énergie. Les décisions au sujet des techologies et des processus ont tendance à être prises plus fréquemment et à plus court terme, vers le bas de la hiérarchie, plus souvent par des entreprises individuelles et des ménages que par le gouvernement. Cependant, l'influence de la collectivité s'étend, ou peut s'étendre, également à ces décisions, grâce aux multiples moyens que les gouvernements locaux utilisent pour influencer les choix dans la collectivité. La planification communautaire de l'énergie se base sur une conception détaillée et à long terme de la consommation énergétique dans la collectivité, pour chercher à créer les conditions et à influencer les choix en vue d'un développement communautaire durable.

CONSOMMATION D'ÉNERGIE AU CANADA ET ENVERGURE DE LA GESTION COMMUNAUTAIRE DE L'ÉNERGIE

L'envergure de la GCE comprend toute la consommation d'énergie sur laquelle les décisions et le mandat du gouvernement local exercent au moins un certain contrôle ou une certaine influence : les immeubles résidentiels et commerciaux, les moyens de transport et le transport en commun intra-urbains, ainsi que les établissements généraux de fabrication. En attribuant les émissions de gaz de serre à cette consommation d'énergie, nous avons utilisé la technique d'attribution à l'utilisateur final : les gaz dégagés par les centrales électriques ont été calculés au prorata par rapport aux kilowatts-heures d'utilisation finale de l'électricité, et les émissions de l'industrie des combustibles fossiles ont été établies au prorata par rapport à la consommation finale de combustibles. Cette méthode correspond au principe d'attribution de responsabilité « polluant-payeur », à une orientation de la demande vers l'utilisateur final en fonction d'une stratégie de réduction, et à une distribution équitable dans tout le Canada (ainsi que parmi les importateurs américains) des émissions de gaz dans les régions productrices de combustibles du pays.

Les résultats figurent au tableau 2, indiquant que 50 % des émissions de gaz de serre du pays sont directement ou indirectement contrôlées par les gouvernements locaux. Le total montre clairement pourquoi l'engagement des administrations municipales est indispensable à toute stratégie nationale fructueuse sur le climat, et pourquoi le potentiel de la gestion communautaire de l'énergie est si important.

Avec l'attribution à l'utilisateur final par cycle complet, les émissions énergétiques du tableau 2 totalisent 296 mégatonnes, dont les combustibles pétroliers (surtout l'essence et le carburant diesel pour le transport) constituent 50 %, et le gaz naturel et l'électricité comptent pour environ 25 % chacun. La taille et la dépendance envers le pétrole du secteur du transport sont immédiatement évidentes, et représentent jusqu'à 40 % des émissions énergétiques totales et plus de 80 % des

Tableau 2 :
Émissions de gaz de serre dans les collectivités au Canada, 1990

(L'attribution à l'utilisateur final, en cycle complet, des émissions à la fois pour l'électricité et les combustibles fossiles[1])

Secteur d'utilisation finale	Mégatonnes de CO_2 en 1990
Consommation énergétique dans les immeubles résidentiels	**84**
Chauffage de locaux	47,6
Chauffage de l'eau	19,2
Appareils électro-ménagers et autres charges électriques	17,3
Consommation énergétique des immeubles commerciaux et institutionnels	**53**
Chauffage de locaux	26,6
Chauffage de l'eau	3,4
Éclairage	8,0
Systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation	6,4
Autres charges électriques	8,6
Consommation énergétique de l'industrie[2]	**31**
Chauffage de locaux et chaleur industrielle	23,2
Moteurs	4,9
Éclairage et autres charges électriques	3,0
Énergie pour le transport personnel et de marchandises dans les collectivités[3]	**110**
Transport personnel	77
Transport de marchandises	33
Méthane d'enfouissement	**18**
Total	**296**

Notes :

1. La technique d'attribution à l'utilisateur final, employée pour élaborer ce répertoire, attribue, aux utilisateurs finals de l'électricité et des combustibles fossiles, les gaz de serre dégagés par la production d'électricité ainsi que la production et le raffinage du mazout et du gaz. Cette attribution illustre plus clairement la situation des émissions de gaz de serre en relation avec le comportement de consommation énergétique. Elle attire l'attention sur les meilleures occasions de réduire à long terme les gaz, là où l'on consomme des combustibles et de l'électricité. Cela n'enlève pas pour autant, aux producteurs de mazout et de gaz ainsi qu'aux services publics d'électricité, le stimulant à produire des substances efficaces à faible teneur en carbone, car toute réduction future des gaz de serre s'accompagnera d'un autre avantage : des produits sans carbone et à faible teneur en carbone. La méthode d'attribution à l'utilisateur final comporte l'avantage supplémentaire d'uniformiser les fortes (et divisibles) disparités régionales suscitées par les types d'attribution à la source, par lesquelles les régions productrices de pétrole et de gaz se voient attribuer une partie disproportionnée de la quantité nationale d'émissions de gaz de serre.
2. Exclusion faite du raffinage du pétrole, des pâtes et papiers, du fer et de l'acier, des produits chimiques industriels, de l'extraction minière, de la fonderie et du raffinage primaires, du ciment et des minéraux non métalliques.
3. Exclusion faite du transport aérien, ferroviaire et maritime, ainsi que du mouvement interurbain des personnes et des marchandises.

Source :
Modèle d'émission des gaz de serre de Torrie Smith Associates.

émissions relatives aux combustibles pétroliers. La contribution de l'électricité s'élève à quelque 25 % à l'échelle nationale, mais cela fluctue largement à cause de l'intensité variable du CO_2 entre les provinces et territoires qui dépendent de l'électricité et ceux qui dépendent du charbon.

En ce qui concerne la répartition par utilisateur final, les plus grandes catégories sont les combustibles et les carburants de transport, bien que ces données n'englobent pas les industries consommant le plus de chaleur, ni le transport aérien, ferroviaire, maritime et routier interurbain (tous exclus de notre définition de l'énergie communautaire). Le mazout domestique et le carburant de transport comptent chacun pour environ 42 % du total, diverses charges électriques (moteurs, lampes, appareils électro-ménagers, systèmes CVC, prises électriques, etc.) constituant le reste (16 %). Ces pourcentages concernent les moyennes nationales et varieront d'une localité à l'autre, mais suffisent à illustrer les éléments nécessaires de la planification communautaire de l'énergie, pour réduire les émissions de gaz de serre.

Figure 1:
Émissions de gaz de serre selon la consommation énergétique des collectivités, par secteur et par combustible, 1990

(Attribution à l'utilisateur final, selon un cycle complet, des émissions à la fois de l'électricité et des combustibles fossiles[1])

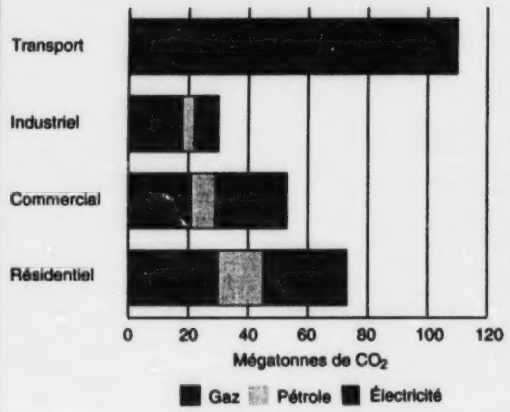
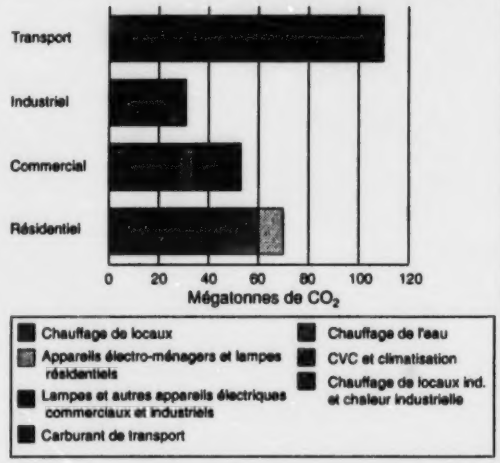


Figure 2 :
Émissions de gaz de serre selon la consommation énergétique des collectivités, par secteur et par utilisation finale, 1990

(Attribution à l'utilisateur final, selon un cycle complet, des émissions à la fois de l'électricité et des combustibles fossiles[1])



Types de transport, d'énergie et d'utilisation des terrains dans différentes villes

Dans leur étude empirique des villes du monde entier, Newman et Kenworthy (1989) ont compilé des preuves manifestes de la relation inverse entre la densité et la consommation d'énergie pour le transport dans les collectivités urbaines. Le tableau 3 montre certaines des données indicatrices qu'ils ont recueillies auprès d'un groupe de villes dans le monde entier. Ils ont conclu qu'à une densité inférieure à 20 personnes par hectare et à des tailles de ménage et des utilisations de terrains communes aux villes de la région de San Francisco, il y a une augmentation marquée de la conduite automobile, et qu'en-dessous de 13 personnes par hectare, le service d'autobus baisse de qualité. Les auteurs recommandaient des densités supérieures à 30 ou 40 personnes par hectare pour les styles de vie urbains orientés vers le transport en commun. Des densités typiques pour différents types de logement sont indiquées au tableau 4, et les densités de population par taille de ville au Canada figurent au tableau 5.

On peut tirer plusieurs conclusions importantes de l'étude du tableau 3. D'abord, la densité et l'usage des automobiles sont en relation inverse, tandis qu'il y a une corrélation directe entre la densité et le pourcentage de passagers utilisant le transport en commun. Sur une grande échelle, ces conclusions demeurent vraies, quel que soit le contexte culturel de la ville. Néanmoins, un examen plus strict des villes situées entre et au sein de différents milieux culturels montre que d'autres facteurs influencent également l'utilisation des automobiles et des transports en public : les grandes routes, la congestion, la distribution de la richesse et les facteurs démographiques.

Dunphy et Fisher (1993), dans une étude des facteurs influençant la consommation d'énergie pour le transport dans les villes américaines, ont noté que celles ayant une plus forte population urbaine pauvre avaient tendance à utiliser davantage les transports en commun et moins les automobiles que d'autres villes du pays. Ce facteur est appelé un « marché captif » d'un réseau de transport en commun, car les résidants ont peu d'autre choix pour se déplacer. Dunphy et Fisher (1993, 10) ont aussi noté que dans des villes comme New York, qui ont un très haut degré de congestion de circulation, bon nombre de citadins ont simplement abandonné l'usage de l'auto comme moyen de transport viable. Cette décision à New York est également attribuable à un bon système de transport en commun et à un riche réseau de services établis, disponibles au niveau des quartiers. La même étude a également relevé que les résidants de la banlieue avaient tendance à être dans une phase différente du cycle de vie, par rapport aux résidants de la ville proprement dite. Un plus grand nombre de couples avec de jeunes enfants avaient tendance à habiter la banlieue, tandis que les célibataires et les couples sans enfant préféraient normalement vivre dans la ville.

En moyenne, les jeunes familles ont besoin d'un plus grand accès aux services que les célibataires et les couples sans enfant. Ce facteur est important, car il tend à servir de « multiplicateur » pour les types d'aménagement dispersé et à faible densité, en ce qui concerne l'augmentation des déplacements en automobile.

La culture joue un rôle crucial dans la façon dont les villes habituées à un aménagement à faible densité acquièrent une plus forte densité et des usages plus mixtes. Même si les villes européennes semblent plus enclines à accepter les démarches en vue de limiter l'utilisation des automobiles, les Nord-Américains se montrent plus réticents. Toutefois, certaines preuves suggèrent que, quand on leur présente des solutions de rechange réalistes à l'aménagement traditionnel des banlieues, les Nord-Américains peuvent accepter de vivre dans un milieu à plus

Tableau 3 :
Principales données sur le transport, l'utilisation des terrains et l'économie pour 37 villes, 1990

Villes	Utilisation du terrain par personne (km)	% du total des km franchis par des passagers en commun	Routes par personne (mètres	Densité urbaine (personnes par hectare	PRB par personne (en 1990) $ US
Australiennes					
Perth	7 203	4,3	10,7	10,6	17 697
Adelaide	6 690	4,9	8,0	11,8	19 671
Brisbane	6 467	7,4	8,2	9,8	18 737
Melbourne	6 436	7,9	7,7	14,9	21 088
Sydney	5 885	15,8	6,2	16,8	21 520
Moyenne	**6 536**	**8,1**	**8,2**	**12,8**	**19 761**
Américaines					
Phoenix	11 608	0,8	9,6	10,5	20 555
Denver	10 011	1,5	7,6	12,8	24 533
Boston	10 280	3,5	6,7	12,0	27 783
Houston	13 016	1,1	11,7	9,5	26 155
Washington	11 182	4,6	5,2	13,7	35 882
San Francisco	11 933	5,2	4,6	16,0	31 143
Detroit	11 239	1,1	6,0	12,8	22 538
Chicago	9 525	5,4	5,2	16,6	26 038
Los Angeles	11 587	2,1	3,8	23,9	24 894
New York	8 317	10,8	4,6	19,2	28 703
Moyenne	**10 870**	**3,6**	**6,5**	**14,7**	**26 822**
Canadiennes					
Toronto	5 019	23,6	2,6	41,5	22 572
Européennes					
Frankfurt	5 893	12,1	2,0	46,6	35 126
Amsterdam	3 977	14,0	2,6	48,8	25 211
Zurich	5 197	24,2	4,0	47,1	44 845
Brussels	4 864	17,3	2,1	74,9	30 087
Munich	4 202	29,4	1,8	53,6	36 255
Stockholm	4 638	27,3	2,2	53,1	33 235
Vienna	3 964	31,6	1,8	68,3	28 021
Hambourg	5 061	15,3	2,6	39,8	30 421
Copenhagen	4 558	17,2	4,6	28,6	29 900
London	3 892	29,9	2,0	42,3	22 215
Paris	3 459	30,5	0,9	46,1	33 609
Moyenne	**4 519**	**22,6**	**2,4**	**49,9**	**31 721**
Asiatiques riches					
Singapore	1 864	46,7	1,1	86,8	12 939
Tokyo	2 103	63,4	1,9	104,4	36 953
Hong Kong	493	82,3	0,3	300,5	14 101
Moyenne	**1 487**	**64,1**	**1,1**	**163,9**	**21 331**
Asiatiques en développement					
Kuala Lumpur	4 032	24,1	1,5	58,7	4 066
Surabaya	1 064	26,1	0,3	176,9	726
Jakarta	1 112	48,7	0,5	170,8	1 508
Bangkok	2 664	33,3	0,6	149,3	3 826
Seoul	1 483	52,8	0,8	244,8	5 942
Beijing	351	70,0	0,4	141,0	1 323
Manila	573	49,1	0,6	198,0	1 099
Moyenne	**1 611**	**43,4**	**0,7**	**162,8**	**2 642**

Notes :

PRB = produit régional brut, ou PIB pour la ville en question.

Stockholm est la seule ville de l'échantillon à présenter une diminution par habitant de l'utilisation des automobiles (229 km), de 1980 à 1990. L'usage des transports en commun a augmenté de 15 % pendant cette période, en même temps que s'accroissait la densité au centre-ville, dans le secteur intérieur et les banlieues externes. Stockholm est maintenant considérée comme un modèle de la façon dont une ville polycentrique, basée sur un bon service ferroviaire, peut répondre aux besoins d'une ville globale durable (Newton 1997, 86).

Zurich, la ville la plus riche de l'échantillon, a réussi à augmenter l'usage du transport en commun de 137 passages par personne au cours des années 80, pour atteindre un niveau annuel de 500 passages par personne. La croissance moyenne de ces passages dans les villes européennes est plus forte que l'usage total des transports en commun, par personne, dans les villes américaines.

Bien qu'au Canada, cet usage se soit accru de 1980 à 1990, la tendance s'est inversée depuis lors. Simultanément, l'usage des automobiles dans les villes canadiennes est à la hausse. Au nombre des raisons mentionnées pour cela, figurent de fortes augmentations du prix réel du transport en commun depuis 1986, surtout quand on le compare aux véritables prix d'achat d'automobiles et aux coûts d'exploitation connexes, qui ont diminué pendant la même période. Le résultat net est que l'automobile est devenue une solution plus attrayante en matière de transport (Perl et Pucher, 1995, 269).

Source : Newton, 1997, 166.

forte densité ou à usage mixte. La plupart des villes canadiennes présentent des possibilités d'intensification résidentielle dans les quartiers actuels. Dans la ville d'Ottawa, par exemple, une évaluation des terrains de très faible densité, effectuée en juin 1994, a montré que 17 200 d'entre eux ont un potentiel de subdivision, et qu'il y a des milliers d'hectares de grands espaces, dont certaines parties pourraient servir à des fins résidentielles. Dans la ville de Toronto, environ 800 hectares de terrains sous-utilisés pourraient être soumis à une intensification résidentielle, de même qu'environ 2 200 hectares dans les banlieues de Scarborough, de North York et d'Etobicoke (D'Amour, 1993, 26). Toutefois, pour cela, il faudrait une réforme de la réglementation et une éducation publique pour éliminer l'opposition du public.

Tableau 4 :
Densités typiques pour diverses formes de logement

Densité	Type de logement	Étages	Unités par hectare net	Personnes par hectare net
Faible	Maison - individuelle	1-2	12-17	43-48
	Deux familles	1-2	19-29	48-84
Moyenne	Maison en rangée	2-3	24-48	72-144
	Appartement-jardin, édifice peu élevé	3-4	48-96	120-192
Forte	Immeuble résidentiel (bas)	5-10	96-192	192-360
	Immeuble résidentiel (de hauteur moyenne)	10-16	192-240	360-480
	Immeuble résidentiel (de grande hauteur)	16+	240-960	480-1680

Source : D'Amour, 1993, 12.

Tableau 5 :
Croissance et changement au sein des régions urbaines (RU) canadiennes, de 1981 à 1986

Classe de population (nombre de RU)	Augmentation de la surface (%)	Densité de population (par hectare)	Augmentation de la population (%)	Taux de conversion des terrains (ruraux à urbains) en hectares par 1 000 personnes
25 000 – 50 000 (26)	3,3	9,0	1,5	242
50 001 – 100 000 (18)	4,0	9,8	2,9	141
100 001 – 250 000 (13)	4,9	12,8	3,6	104
250 001 – 500 000 (4)	3,2	12,4	5,2	50
> 500 000 (9)	6,6	19,5	6,3	53
Moyenne pour 70 RU	5,4	16,5	5,4	64

Source : D'Amour, 1993.

Établissement des connexions

Les données de Newman et Kenworthy (1989) ont donné lieu à un débat animé sur l'importance de la densité par rapport aux autres facteurs démographiques et socio-culturels, pour déterminer le niveau de dépendance à l'égard de l'automobile et l'intensité de l'énergie des transports dans la collectivité. Susan Owens (1991), dans un rapport préparé pour l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), faisait observer que la planification de l'utilisation des terrains, le choix des emplacements et les règlements en matière d'habitation seront d'une importance considérable dans la gestion énergétique urbaine, car les systèmes énergétiques sont fondamentalement liés aux types d'utilisation des terrains et à la structure du milieu urbain. De nombreuses études empiriques ont confirmé l'importante relation qui existe entre la densité, la forme urbaine et la consommation énergétique des collectivités (Newman et Kenworthy, 1989; Holtzclaw, 1993; Perl et Pucher, 1995; Dunphy et Fisher, 1993; Energy Victoria, 1996; Torrie, 1993).

En analysant la façon dont la planification de l'énergie peut influer sur le niveau et le type de la consommation énergétique dans la collectivité, il est utile de faire la distinction entre la forme urbaine et la structure spatiale urbaine.

La forme urbaine est la forme physique de la localité : le milieu naturel et le milieu bâti, y compris le réseau routier et ferroviaire, le réseau hydrographique, les ports et aéroports, l'infrastructure de télécommunications, les bâtiments, les logements, etc. Ces éléments de

l'infrastructure urbaine sont relativement stables et conservent leur forme durant de longues périodes.

La structure spatiale urbaine désigne les relations, surtout spatiales, relatives à la façon dont les citoyens, les ménages et les entreprises de la localité utilisent les terrains et l'infrastruc-ture mis à leur disposition. Contrairement à la forme urbaine, la structure spatiale urbaine est dynamique, car tant les ménages que les entreprises ont tendance à manifester de hauts niveaux de mobilité et de changement (Newton, 1997, 8).

La forme et la structure spatiale urbaines sont mutuellement dépendantes, mais les importants changements dans l'utilisation des terrains et la structure urbaine sont généralement plus rapides que ceux de la forme urbaine. Dans une certaine mesure, cette dernière est en retard par rapport à la structure spatiale de la localité, d'où le besoin constant de l'adapter à l'évolution des modes d'utilisation des terrains. Les changements apportés aux plans directeurs, aux plans officiels et aux normes d'aménagement de l'utilisation des terrains peuvent fournir la base d'un changement fondamental dans les types d'utilisation de l'énergie, à long terme.

La forme urbaine et la structure spatiale influent toutes deux sur l'efficience de l'utilisation de l'énergie en milieu urbain, et sur la quantité de CO_2 dégagée dans l'atmosphère, et ce par les moyens suivants :

- La dispersion et la séparation des centres d'emploi, des détaillants, des services sociaux, des sports, des loisirs et des activités culturelles, par rapport aux secteurs résidentiels, forcent les citoyens à parcourir diverses distances pour accéder à ces services. La dispersion rend également moins économiques et pratiques les solutions de rechange à l'usage de l'automobile, comme le transport en commun, le vélo et la marche. Il en résulte une plus grande dépendance à l'égard de l'automobile, qui augmente la consommation d'énergie par personne et les émissions de gaz de serre.

- Les aménagements de faible densité, les maisons individuelles isolées réduisent également la rentabilité du transport en commun et augmentent les coûts de l'infrastructure.

- L'aménagement de faible densité et à usage unique rend moins économique l'intégration des immeubles aux systèmes énergétiques de quartier pour réduire la quantité d'énergie nécessaire au chauffage et à la climatisation des locaux, ainsi qu'à l'eau chaude domestique dans les résidences, les entreprises et les institutions. Les systèmes énergétiques de quartier fonctionnent mieux quand ils peuvent desservir divers types de bâtiments dans une région géographique relativement petite. En outre, s'ils utilisent la récupération de chaleur, le méthane d'enfouissement, les déchets municipaux ou l'énergie renouvelable comme source énergétique, ils peuvent contribuer encore davantage aux objectifs de réduction des gaz de serre.

- Des immeubles résidentiels à densité de moyenne à élevée (maisons en rangée, immeubles d'appartements et à condominiums) ont besoin de moins d'énergie pour le chauffage et produisent moins d'émissions au mètre carré d'espace de surface utile et par occupant, que les maisons seules isolées, en raison d'un meilleur rapport volume-surface et de conceptions plus compactes. Il est important de noter en contexte, toutefois, que les mises en chantier annuelles sont maintenant inférieures à 1,5 % du stock de logements actuel (une moyenne de 140 000 à 150 000 par année, sur la période de 1991 à 1996). En 1997, les 17 milliards de dollars dépensés pour les nouvelles constructions résidentielles se comparaient aux 22 milliards consacrés aux rénovations.

- Le nombre et le coût des infrastructures augmentent à mesure que diminue la densité. La longueur des conduites d'eau et d'égout, des services publics et des routes augmente pour chaque logement. Il en résulte une augmentation à la fois de l'énergie requise

pour acheminer ces services et de l'énergie intégrée à l'infrastructure proprement dite. Le coût de construction et d'entretien de cette dernière peut gravement drainer les coffres municipaux. Une autre conséquence est l'augmentation des émissions de gaz de serre.

- L'aménagement à faible densité augmente le nombre de terres agricoles et de forêts détruites pour construire les nouvelles subdivisions. Il en résulte une diminution des arbres et des plantes qui enlèvent le gaz carbonique de l'atmosphère.

- L'aménagement des routes influe sur l'orientation des bâtiments. Si ces derniers sont orientés sur un axe est-ouest, ils peuvent tirer parti du chauffage solaire passif. L'orientation des bâtiments permet aussi aux aménagements de bénéficier des effets microclimatiques. Ces facteurs réduisent la consommation globale d'énergie et les émissions subséquentes de gaz de serre.

Un haut niveau de mobilité personnelle est devenu l'idéal de la conception urbaine moderne, mais il est important de réaliser que la mobilité n'est pas généralement requise pour elle-même, mais parce qu'elle donne accès aux biens et services, à l'emploi, à l'éducation, à l'enrichissement culturel et éducatif, ainsi qu'aux expériences récréatives et culturelles. Enfin, le marché est orienté vers l'accès et non sur la mobilité proprement dite, et cette distinction prend de plus en plus d'importance dans la recherche d'un développement urbain durable.

Dans ce que nous pourrions appeler le « paradigme de la mobilité », la demande en voitures-kilomètres de déplacement (VKD dans le jargon des planificateurs du transport) est considérée comme un énoncé donné, très semblable à la façon dont la demande à l'égard des combustibles et de l'électricité était un fait au cours des premières politiques établies en réaction à la hausse vertigineuse du prix de l'essence dans les années 70. Dans la mesure où la réduction des VKD est considérée comme une option dans le paradigme de la mobilité, ils s'agit d'une option quelque peu négative, tout comme la méfiance initiale manifestée à l'égard de la consommation de l'énergie, avant que nous apprenions à apprécier entièrement la nature dérivée de la demande à l'égard des combustibles et de l'électricité, ainsi que les énormes avantages économiques et environnementaux d'une production énergétique améliorée.

Par contre, dans ce que nous pourrions appeler le « paradigme de l'accession », la société cherche des moyens de fournir un accès à divers biens, services et expériences que souhaitent les gens, tout en réduisant simultanément le nombre des VKD. Dans ce paradigme, le succès n'est pas mesuré en comptant la circulation ni en calculant la vitesse moyenne, ni même par les pourcentages d'utilisation du transport en commun, mais par des indicateurs comme le niveau d'activité des piétons, le nombre total et la longueur moyenne des déplacements par véhicule, ainsi que le rapport d'accès aux VKD. Après avoir apprécié entièrement la nature dérivée de la demande de mobilité personnelle, on peut voir que le point où une collectivité peut fonctionner et prospérer tout en réduisant les VKD devient une mesure de force et de succès, tout comme la conservation d'énergie (réduction de la consommation d'énergie par dollar d'apport économique) est maintenant considérée comme un indicateur de force économique.

La congestion, le smog photochimique et l'environnement morne où circulent bon nombre des véhicules automobiles urbains entraînent les particuliers et les gouvernements locaux à chercher des moyens de réduire la circulation automobile dans leurs localités respectives. Ce concept est nouveau, et c'est ici que la question de l'accès par rapport à la mobilité revêt une importance critique.

Dans le contexte de cette redéfinition du marché, de la mobilité à l'accès, le rôle principal des gouvernements locaux et administrations municipales devient manifeste. Dans le paradigme de la mobilité, le marché du transport est défini en termes de capacité en matière de véhicules et d'infrastructure, et les solutions au problème de

l'environnement tendent à insister sur d'autres carburants et véhicules, le pourcentage de recours aux transports en commun ainsi que la réglementation de la circulation. En vertu du paradigme de l'accès, on élargit le champ d'action pour inclure toutes sortes d'innovations liées à la forme urbaine et à la structure spatiale : la conception des quartiers et de la localité. Comment pouvons-nous accéder à ce dont nous avons besoin et à ce que nous voulons, sans une mobilité personnelle inutile, inefficace, voire désagréable?

Bien que l'on ait beaucoup fait et qu'il reste beaucoup à faire en ce qui concerne des véhicules à haut rendement énergétique et à carburant plus propre, les changements plus profonds et plus permanents qui s'imposent pour créer des réseaux de transport durables doivent avoir lieu dans les domaines suivants :

- conceptions de quartiers et de collectivités avec des niveaux inhérents de VKD plus faibles;
- remplacement par des technologies de l'information pour la mobilité personnelle; et
- refonte radicale du transport en commun.

Dans tous ces secteurs, le gouvernement local et les administrations municipales ont un rôle important à jouer. Ils sont les principaux intervenants dans certains domaines comme la planification et l'utilisation des terrains et le zonage; les investissements et le fonctionnement relatifs au réseau routier, au réseau de transport en commun ainsi qu'aux infrastructures pour piétons et cyclistes; les politiques et les prix du stationnement; et même l'élaboration d'un réseau de technologie de l'information au service de la collectivité.

La forte tradition de planification urbaine du Canada a modéré la tendance nord-américaine à un usage spécialisé, mais les aménagements de faible densité et très dépendants de l'automobile, formés de maisons familiales isolées, sont néanmoins la forme dominante d'aménagement d'après-guerre, surtout dans les années 60 et 70. La conception du réseau routier, la faible densité et le grand espacement des magasins de vente au détail et d'autres services intensifient la consommation d'énergie et l'émission de gaz de serre dans les villes canadiennes. Bien que présentant une plus grande efficacité énergétique que les villes américaines, les conceptions urbaines canadiennes affichent néanmoins une consommation d'énergie pour le transport et le ménage jusqu'à quatre fois supérieure à celle de villes européennes comparables. Nous ne prétendons pas que la ville européenne soit un modèle d'aménagement pratique ou souhaitable pour le Canada, mais seulement qu'une gestion communautaire de l'énergie présente beaucoup d'occasions d'économie d'énergie. Bien entendu, la stratégie appropriée variera d'une localité à une autre, mais la diminution des émissions de gaz de serre passe par une combinaison de conceptions de haute densité, d'usages mixtes, conviviale pour les piétons et le transport en commun, ainsi que l'attention aux détails au niveau des emplacements.

Plus forte densité

La relation entre la densité et la consommation d'énergie pour le transport est bien établie (Owens, 1991, 4; Newman et Kenworthy, 1989). À mesure que la densité augmente, la consommation d'énergie pour le transport diminue, largement à cause d'un changement de moyen de transport : de l'automobile au transport en commun et à la marche. Newman et Kenworthy, entre autres, suggèrent des seuils de densité minimaux de 30 à 40 personnes par hectare. Dans les quartiers à très forte densité, la marche et le vélo deviennent aussi d'importants moyens de transport. Par conséquent, l'aménagement de plus forte densité est souvent considéré comme un moyen de réduire la consommation d'énergie pour les transports. Il diminue également la consommation d'énergie unitaire des immeubles.

Usage mixte

L'aménagement à usage mixte, où les résidences, les commerces de détail et d'autres services et centres d'emploi sont construits à proximité les uns des autres, est également un élément clé des plans énergétiques communautaires pour diminuer le stress environnemental. Il permet aussi une

plus forte autonomie de quartier, fournissant aux résidants des services rapprochés afin qu'ils puissent se rendre à pied ou à vélo pour répondre à leurs besoins quotidiens, ou, s'ils ont toujours besoin d'utiliser une automobile, que les déplacements soient plus courts. Une combinaison entre les usages mixtes et une plus forte densité prépare également l'aménagement de systèmes énergétiques de quartier.

Usage amélioré du transport en commun
Dans tous les cas, un meilleur transport en commun est un avantage déterminé pour les villes soucieuses d'efficacité énergétique. Il faut une densité suffisante pour que le transport en commun soit plus économiquement viable. À ce titre, on considère comme essentiel de regrouper les aménagements résidentiels de plus forte densité et les services commerciaux autour des principaux arrêts, le long des voies d'autobus et de chemin de fer. Les stratégies sur l'utilisation des terrains pour favoriser le transport en commun ne seraient qu'une de plusieurs mesures conçues pour inciter les gens à changer de moyen de transport.

Meilleurs paramètres de choix et de conception d'emplacements
Les lignes directrices sur le choix d'emplacements et la conception peuvent améliorer l'usage de l'énergie solaire passive pour le chauffage et réduire la consommation d'énergie en tirant parti des conditions microclimatiques.

Ces éléments peuvent se combiner de plusieurs façons, avec divers niveaux d'insistance, répondant à différents compromis entre des objectifs communautaires concurrents (Newton, 1997).

L'aménagement urbain groupé, où les nouvelles activités résidentielles et de services sont situées dans la ville proprement dite, entraînent une baisse des émissions de gaz de serre, de la distance et du temps des déplacements. Toutefois, il place tous les nouveaux aménagements résidentiels dans le secteur où la pollution urbaine de l'air est la plus forte.

L'aménagement urbain multinodal est la plus autonome de toutes les possibilités, avec des centre-villes nodaux reliés par une rocade autoroutière et un réseau radial de chemin de fer et de routes. Il vient immédiatement après la ville compacte sur le plan de l'efficacité énergétique; malgré les longues distances, les déplacements sont de courte durée et la pollution de l'air est inférieure à celle produite par la plupart des autres formes.

L'aménagement urbain en corridor place la croissance sur des terrains nouveaux reliés à la ville par des réseaux radiaux de chemin de fer, d'artères et de routes. Ce type d'aménagement est moins autonome et suscite des émissions élevées de gaz de serre et de longs délais de déplacement, mais une pollution de l'air relativement faible.

Finalement, dans *l'ultra-ville*, une région métropolitaine basée sur un aménagement dispersé et dont les éléments sont reliés par des réseaux de communications et de transport à haute vitesse, les distances de déplacement et les émissions de gaz de serre sont de modérées à élevées.

Mobilité réduite : le potentiel de réduction des gaz d'échappement

La recherche et l'innovation sur la diminution de la dépendance à l'égard des véhicules automobiles et l'établissement d'économies plus durables sur le plan environnemental prennent de nombreuses formes. Bien qu'une réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz de serre ne soit pas généralement un objectif central d'une telle innovation, elles sont un élément nécessaire de tout concept de développement urbain durable. Une insistance sur la dimension énergétique des nouveaux concepts d'aménagement peut fournir un cadre permettant d'évaluer d'autres aspects de la durabilité environnementale.

En Amérique du Nord, il existe de nombreux exemples de ce qu'on appelle maintenant le « nouvel urbanisme » : les formes urbaines qui insistent de nouveau sur des quartiers

« conviviaux » pour les piétons et le transport en commun. L'architecte urbain américain Peter Calthorpe a imaginé l'expression « poche de piétons » pour les aménagements de quartier qui placent des poches de haute densité autour des stations de transport en commun (une idée qui n'est pas nouvelle au Canada et qui, dans une large mesure, a servi de base à l'aménagement de l'agglomération torontoise). De la même façon, les architectes Andres Duany et Elizabeth Plater-Zyberk (concepteurs de McKenzie Towne à Calgary) ont dirigé une tendance vers l'aménagement de quartiers « néo-traditionnels », avec un retour aux trottoirs et à des paysages de rue axés sur les piétons.

Les quartiers conçus selon les nouveaux principes d'urbanisme doivent être aussi autonomes que possible. L'usage des terrains est diversifié et présente notamment une gamme de types de logements, allant des appartements aux logements sociaux et à des maisons unifamiliales isolées, ainsi que des magasins, bureaux et immeubles culturels. Au centre de ces quartiers figure le centre-ville, conçu pour accueillir les piétons et pour concentrer l'activité communautaire. Les rues sont également conçues en fonction des piétons, et les services sont situés à quelques pas de toutes les résidences.

Voici trois exemples canadiens de nouveaux aménagements d'urbanisme : Cornell à Markham (Ontario), McKenzie Towne à Calgary (Alberta) et Montgomery Village à Orangeville (Ontario). Cornell occupe 625 hectares et est conçu pour accueillir 27 000 résidants. On attend les approbations avant de commencer la construction. McKenzie Towne est en cours de construction, occupe 970 hectares et est conçu pour accueillir 28 000 résidants. Montgomery Village est en cours de construction, occupe 100 hectares et contient 750 unités.

Bien que les innovations comme les quartiers néo-traditionnels et d'autres formes du nouvel urbanisme soient susceptibles d'avoir un impact sur la consommation d'énergie dans les ménages et la collectivité, elles ne sont généralement pas les résultats de la planification communautaire de l'énergie. En fait, la consommation d'énergie n'est ordinairement pas un facteur dans leur aménagement, de sorte qu'il existe très peu de données sur l'impact environnemental net de ces démarches. Elles tendent cependant à maintenir un haut niveau de dépendance à l'égard de l'automobile, et il semble que la consommation énergétique globale par ménage pour le transport ne soit que légèrement inférieur à celle des aménagements traditionnels de banlieue. Certains allèguent que les habitants des banlieues nord-américaines, qui sont généralement assez à l'aise, ont un accès facile à l'automobile et exigent un grand éventail de choix dans les commerces de détail, les services et les commodités culturelles. À ce titre, ils ont tendance à se rendre à n'importe quel endroit fournissant les services recherchés, et ce, même si des services semblables sont disponibles dans leurs propres quartiers. Cela pourrait réduire l'efficacité du modèle d'autonomie visant à diminuer les déplacements en automobile. Cette critique, fondée ou non, souligne l'effet majeur qu'exercent les attitudes, les valeurs, les préférences et le degré de mobilité sur la réduction des émissions de gaz de serre.

En fin de compte, les émissions de gaz de serre et l'intensité énergétique du transport personnel dans la collectivité se ramènent à cinq facteurs :

- le nombre de déplacements,
- leur durée,
- le nombre de personnes par véhicule (occupation),
- l'efficacité énergétique du véhicule, et
- la quantité d'échappement par unité de carburant.

Pour chaque moyen de transport (auto, fourgonnette, autobus, métro, trolleybus, bicyclette, marche, etc.) :

$$\textbf{Émissions de } CO_2 = (A/B) \times C \times D \times E$$

où

A = le nombre de déplacements par personne par ce moyen de transport

B = le nombre de personnes par véhicule (facteur de capacité)
C = la durée du déplacement
D = la consommation de carburant au mille parcouru par le véhicule
E = les émissions de CO_2 par unité de carburant

On a fait et l'on fait encore de grands progrès au sujet des « facteurs de véhicules » (D et E), mais nous commençons seulement à comprendre comment quantifier l'impact de l'utilisation des terrains et de la structure urbaine sur les « facteurs influant sur les déplacements » (A, B et C). Les calculs et les preuves empiriques montrent toutefois clairement que les réductions du nombre et de la durée des déplacements peuvent avoir un impact prononcé et essentiellement permanent sur la réduction de la pollution de l'air et des émissions de gaz de serre dans la collectivité. Et, bien que les facteurs liés aux véhicules aient fait l'objet de politiques de gouvernements supérieurs (normes dites « corporate average fuel economy » ou CAFE, soutien à l'égard des carburants de remplacement), c'est le gouvernement local ou l'administration municipale qui contrôle les leviers déterminant les facteurs relatifs aux déplacements dans la collectivité.

Le tableau 6 résume les résultats typiques de la recherche sur la quantification de l'impact de différentes mesures liées à l'utilisation des terrains, portant sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz de serre. Bien que nous n'ayons pas encore une analyse définitive des interventions en matière d'utilisation des terrains et d'énergie, nous savons bel et bien que les mesures prises pour réduire le nombre ou la durée des déplacements requis pour les ménages et les entreprises sont un moyen individuel efficace de réduire la consommation d'énergie et le stress environnemental imputables au transport.

Le plus grand défi que posent ces autres modes d'aménagement est l'atteinte des hauts niveaux d'autonomie (c'est-à-dire, la partie des déplacement qui commence et se termine dans le quartier) nécessaires pour une réduction importante de la dépendance à l'égard des automobiles et de la demande de mobilité. Et même si cet objectif a déjà consisté à établir un équilibre mutuel entre la main-d'oeuvre active des résidants et les perspectives d'emploi, la navette entre le logement et le lieu de travail représente maintenant moins de la moitié de tous les

Tableau 6 :
Influence de la forme urbaine sur la demande énergétique

Variables de l'utilisation des terrains	Facteur énergétique influencé	Envergure de l'impact potentiel
Combinaison de facteurs d'utilisation de terrains (forme dimensions, nature intercalaire etc.)	Exigences en matière de déplacement (surtout la longueur et la fréquence de ceux-ci)	Variation maximale de 150 %
Nature intercalaire des activités	Exigences des déplacements (surtout leur longueur)	Variation maximale de 130 %
Forme du secteur urbain	Exigences de déplacement	Variation jusqu'à 20 %
Densité et regroupement des extrémités des déplacements	Facilite le transport public économique	Économies d'énergie allant jusqu'à 20 %
Densité et multiplicité des usages de terrains, forme de construction	Facilite la combinaison entre la chaleur et l'électricité	Économies maximales de 15 % Amélioration maximale de 30 % de la consommation de l'énergie primaire, grâce à l'énergie de quartier
Disposition, orientation, conception	Gain solaire passif	Économies d'énergie maximales de 20 %
Choix d'emplacement, disposition, aménagement paysager, matériaux	Optimisation du microclimat	Économies d'énergie d'au moins 5 %; plus forte dans les secteurs exposés

Source : Adapté d'Owens, 1991; Oregon Dept. of Energy et coll., 1996; Blais, 1996.

déplacements d'un ménage canadien typique. En fait, la navette a l'avantage d'être assez longue pour abaisser les émissions par véhicule-kilomètre de déplacement, et assez régulière pour entraîner l'utilisation d'autres moyens de transport à faible émissivité (covoiturage en auto et en minibus, transport en commun). Par contre, tous les autres déplacements d'un ménage (pour les courses et de multiples autres besoins personnels, d'affaires et familiaux) ont tendance à être relativement courts (bien que le plus souvent trop longs pour les faire à pied ou en vélo) et à présenter des types très diversifiés et complexes sur le plan de l'espace et du temps, tout en se prêtant difficilement au transport en commun. Un important défi que posent les réductions permanentes à long terme des émissions de gaz de serre au Canada consistera à élaborer des formes urbaines moins dépendantes de l'automobile, après-banlieue et conviviales, favorisant une véritable utilisation mixte des terrains et « l'efficacité de la mobilité » en faisant augmenter le pourcentage d'utilisation de la marche et de la bicyclette.

La technologie et son importance stratégique

Dans les sociétés où le chauffage à distance joue un grand rôle dans le système énergétique, et où la planification et la construction de tels systèmes sont intégrés à la planification et à la construction de l'infrastructure urbaine, le chauffage à distance a un grand impact sur l'intensité énergétique globale des établissements urbains. Après les grandes différences dans la consommation d'énergie par personne pour le transport, la deuxième plus importante raison des plus faibles intensités d'énergie dans les villes européennes, en comparaison avec les villes nord-américaines, est la présence de systèmes énergétiques de quartier, qui produisent souvent à la fois chaleur et électricité (Torrie, 1993).

L'énergie de quartier est depuis longtemps une technologie acceptée en Europe. Son usage est répandu dans la plupart des pays européens, surtout en Suède, au Danemark et en Finlande, où la partie du marché occupée par cette forme d'énergie s'élève respectivement à 34, à 44 et à 43 % (MacRae, 1992, II-3). En Allemagne, en Autriche et en Suisse, ces pourcentages sont également très élevés. Au Danemark et en Finlande, les systèmes combinés de chaleur et d'électricité fournissent 58 et 68 % de la production totale de chaleur à partir de l'énergie de quartier (MacRae, 1992, II-3).

Les systèmes énergétiques de quartier remplacent les chaudières et refroidisseurs individuels d'immeubles par un système qui chauffe les bâtiments à l'eau chaude et les climatise à l'eau froide. L'eau chaude ou froide provient d'une ou de plusieurs centrales de chauffage et de refroidissement, et est distribuée aux consommateurs par des conduites souterraines. La plupart des systèmes énergétiques de quartier dans le monde ne fournissent que le chauffage, mais certains systèmes en Amérique du Nord assurent également la climatisation. Dans un système combiné (chauffage et climatisation), un ensemble de conduites fait circuler l'eau chaude ou la vapeur entre la source d'énergie et chaque bâtiment relié au réseau, et l'eau froide passe par un autre ensemble de conduites. Dans un système de chauffage, la chaleur est extraite par des échangeurs de chaleur dans une centrale secondaire située dans chaque bâtiment relié au réseau. Cette chaleur extraite circule ensuite dans tout le bâtiment au moyen d'un système d'air pulsé ou de radiateurs à eau chaude. Les systèmes de chauffage répondent également aux besoins en eau chaude domestiques de chaque immeuble, ici encore au moyen d'un échangeur de chaleur. Le système de climatisation fonctionne de manière identique, sauf que les échangeurs extraient la chaleur de l'air en circulation dans le bâtiment. L'eau refroidie qui circule est réchauffée, puis ramenée à la centrale de refroidissement pour y être une nouvelle fois refroidie.

L'avantage des systèmes énergétiques de quartier est la grande variété de combustibles et de sources d'énergie pouvant servir à alimenter les chaudières, et le niveau global d'efficacité possible. Ces systèmes sont conçus pour répondre aux besoins domestiques des entreprises et résidences en matière de chauffage de l'eau et de locaux. Le plus souvent, on exige des températures de 60°C ou moins, de sorte que l'énergie de récupération provenant des activités industrielles ou de la production d'électricité est suffisante. Des systèmes énergétiques de quartier peuvent récupérer la chaleur dégagée par la production d'électricité à partir de centrales énergétiques thermiques et de turbines à combustion. Il s'agit de systèmes à combinaison de chaleur et d'électricité (« combined heat and power » ou CHP). Leur utilisation peut présenter une très forte efficacité énergétique. Les centrales mixtes typiques ne peuvent convertir que 35 % de l'énergie utilisable en électricité. Toutefois, les systèmes CHP peuvent convertir 85 % de l'énergie utilisable d'un combustible en électricité ou pour le chauffage à distance.

Les systèmes énergétiques de quartier peuvent brûler des déchets solides municipaux, ainsi que

du méthane provenant des dépotoirs et les gaz d'égout. Cela permet en plus de réduire la quantité de méthane dégagée dans l'atmosphère à partir de la décomposition anaérobie des déchets organiques. Les combustibles renouvelables, comme le bois et les déchets de bois provenant des scieries ou la tourbe, peuvent également être employés. S'ils sont recueillis de manière renouvelable, la quantité nette de CO_2 dégagée dans l'atmosphère est nulle. On peut aussi utiliser des combustibles plus traditionnels comme le gaz naturel et le mazout. Les systèmes énergétiques de quartier peuvent être convertis de manière à employer différents combustibles, à mesure que ceux-ci deviennent disponibles et économiques.

Les immeubles sont généralement climatisés par des refroidisseurs à chlorofluorocarbures (CFC) ou à hydrochlorofluorocarbures (HCFC). L'efficacité moyenne annuelle de ces appareils placés sur le toit est généralement très faible, et jusqu'à 25 % des réfrigérants sont remplacés chaque année en raison de fuites, d'une purge incomplète et de la contamination du système. Ces faits posent divers problèmes. La faible efficacité de ces appareils signifie que l'on produit encore plus d'électricité pour leur fonctionnement que si des appareils plus efficaces étaient disponibles ou si l'on utilisait d'autres méthodes de climatisation. En outre, le dégagement des CFC dans l'environnement endommage la couche d'ozone et contribue au réchauffement du globe. Les systèmes énergétiques de quartier peuvent utiliser des refroidisseurs plus efficaces sur le plan de l'énergie, d'autres sources d'eau froide (par exemple, l'eau des lacs) et d'autres réfrigérants, et peuvent être entretenus plus fréquemment, ce qui maintiendra de plus hauts niveaux d'efficacité et réduira la diffusion accidentelle de réfrigérants dans l'environnement.

La conception des systèmes énergétiques de quartier peut aussi être très souple. De nouveaux fournisseurs d'eau chaude et d'eau froide peuvent être branchés au système à mesure que le réseau prend de l'ampleur. Simultanément, le système de distribution peut être étendu à d'autres secteurs, avec le temps. Les systèmes énergétiques de quartier sont les plus économiques dans les zones de haute densité, mais les zones de faible densité peuvent également être servies de manière économique, surtout si des quartiers mixtes de haute, moyenne et faible densité sont reliés au sein d'un même projet.

Des innovations réduisant le coût des systèmes énergétiques de quartier ont récemment été mises en oeuvre. Oujé-Bougoumou a élaboré le premier système de chauffage à distance en utilisant des conduites en plastique souples pour son réseau de distribution. Celles-ci coûtent moins cher à installer que les tuyaux traditionnels en acier utilisés dans d'autres systèmes. Les économies réalisées par l'usage de conduites en plastique peuvent également être transférées aux projets moins rentables dans des quartiers à faible densité.

Les systèmes énergétiques de quartier réduisent les émissions grâce à de plus hauts niveaux d'efficacité énergétique, en combinant la production de chaleur et d'électricité, et en contrôlant mieux les gaz d'échappement. Les centrales secondaires des clients utilisent alors moins d'espace et nécessitent moins d'entretien que l'équipement conventionnel de chauffage et de climatisation.

Le chauffage à distance au Canada

Il existe plus de 160 systèmes énergétiques de quartier au Canada, et ils sont souvent employés sur de grands campus d'établissement (p. ex., universités, bases militaires). Toutefois, cette énergie contribue relativement peu à la consommation énergétique totale. En outre, le réseau électrique canadien s'est développé en fonction d'un modèle centralisé où la plus grande partie de l'électricité est produite dans de grandes centrales optimisées en fonction de la production électrique, et il n'y a pas eu d'élaboration importante d'installations CHP. Il existe des centrales de chauffage à distance à vapeur, qui chauffent les locaux de bâtiments dans les centres-villes de Toronto, de Winnipeg, de Vancouver et de Montréal; il y a aussi des systèmes de chauffage à eau chaude à Ottawa et à Charlottetown.

Voici des localités alimentées par l'énergie de quartier : Toronto, Montréal, Vancouver, Ottawa, Winnipeg, London, St. John's, Cornwall, London, Charlottetown, Oujé-Bougoumou (Québec) et Inuvik. La plupart des installations en place sont d'anciens systèmes à vapeur. Ottawa et Charlottetown en ont toutes deux ainsi que des systèmes plus modernes à eau chaude. Cornwall est alimentée à la fois en chaleur et en électricité, et Oujé-Bougoumou a un système d'eau chaude à moyenne température alimenté par des copeaux de bois. Le tableau 7 décrit brièvement chaque cas.

La Toronto District Heating Corporation (TDHC) prévoit une importante expansion et amélioration de l'actuel système de chauffage à distance, qui devrait augmenter en taille (nombre de clients servis), en envergure et en capacité. Il utilisera probablement la chaleur de récupération provenant d'une centrale électrique proche, afin de fournir une capacité additionnelle de vapeur, et assurera également la climatisation à distance, en utilisant l'eau froide du lac Ontario plutôt que l'électricité produite. On envisage également une expansion du système de London pour y inclure un système CHP.

Tableau 7 :
Quelques systèmes énergétiques de quartier au Canada, 1990

Nom de l'organisme	Ville	Construction	Taille (MW)	Combustible	Matière
Conseil de bande des Cris d'Oujé-Bougoumou	Oujé-Bougoumou (Québec)	1991	3.7	Copeaux de bois	Eau chaude
Centre des sciences de la santé	Ottawa (Ontario)	1992	68	Gaz naturel	Eau chaude
CDH (Cornwall District Heating	Cornwall (Ontario)	1994	13	Gaz naturel	Eau chaude
Trigen (Î.-P.-É.)	Charlottetown (Île-du-Prince-Édouard)	1985	30	Bois, déchets urbains	Eau chaude, vapeur
Memorial University	St. John's, (Terre-Neuve)	1976	47	Mazout ⁿº 2	Eau chaude, vapeur
N.W.T. Power Corp.	Inuvik, (Territoires-du-Nord-Ouest)	1955	19	Mazout brut	Eau chaude
Corporation de chauffage urbain de Montréal	Montréal (Québec)	1949	22	Gaz naturel, mazout	Vapeur
Trigen London	London (Ontario)	1879	43	Gaz naturel	Vapeur, eau froide
Toronto District Heating Corp.	Toronto (Ontario)	1960	276	Gaz naturel	Vapeur
Health Science Center	Winnipeg (Manitoba)	–	37	Gaz naturel	Vapeur
University of B.C.	Vancouver, (Colombie-Britannique	–	75.5	Gaz naturel	Vapeur
Gouvernement du Canada	Ottawa (Ontario)	1981			Eau chaude

Source : Arkay et Blais, 1996; Metro District Energy Systems Working Group, 1995.

Sudbury, Hamilton et Windsor sont d'autres municipalités canadiennes où des systèmes énergétiques de quartier sont en cours de planification. Dix-huit autres municipalités, faisant partie de la campagne du Programme Partenaires dans la protection du climat de la Fédération canadienne des municipalités (FCM), envisagent un système énergétique de quartier dans le cadre de leurs plans énergétiques communautaires.

Le chauffage à distance et les installations CHP au Canada suscitent un regain d'intérêt, en partie à cause des préoccupations touchant l'incidence environnementale et énergétique de la combustion dans les villes. Comme l'a montré l'expérience européenne, l'application généralisée du chauffage à distance exige que sa planification et son élaboration soient intégrées à celles de l'infrastructure urbaine et du réseau d'approvisionnement en électricité.

Principaux facteurs pour l'application de systèmes énergétiques de quartier

Les systèmes énergétiques de quartier sont devenus une technologie largement acceptée, surtout en Europe, mais aussi en Amérique du Nord. Les histoires à succès au Canada démontrent plusieurs facteurs importants de motivation ayant déclenché l'élaboration de tels systèmes au Canada. Dans le cas de Charlottetown, le désir de réduire la dépendance à l'égard du pétrole importé et de conserver davantage dans la province les dollars de la collectivité consacrés à l'énergie, étaient les principales motivations. À Cornwall et à Oujé-Bougoumou, une éthique de conservation communautaire existait avant l'élaboration d'un système énergétique de quartier. Ces deux localités ont également vu les avantages de dépenser moins pour des ressources énergétiques importées et davantage pour le développement communautaire.

Dans le cas de Cornwall, le fait que la ville ne soit pas liée au réseau de l'Ontario Hydro a laissé le service public libre d'élaborer un système combiné de chaleur et d'électricité. La *Loi sur la société de l'électricité* a autorisé Ontario Hydro à interdire aux services publics municipaux locaux d'acheter de l'électricité auprès d'autres fournisseurs. Ce monopole a empêché le développement de systèmes CHP en Ontario. La déréglementation de l'industrie de l'électricité en Ontario pourrait se révéler un stimulant qui inciterait les services publics municipaux et l'industrie privée à élaborer des systèmes CHP dans cette province.

Il y a à la fois plusieurs occasions et plusieurs obstacles à l'adoption accrue de l'énergie de quartier qui serait nécessaire pour contribuer largement à réduire les émissions de gaz de serre au Canada.

Facteurs technologiques

Au Canada, il n'y a pas d'importants obstacles technologiques à l'application de systèmes énergétiques de quartier, largement utilisés dans le monde entier, à la fois dans les grandes et petites collectivités. L'élaboration des conduites souples en plastique améliorera sans doute l'économie des systèmes énergétiques de quartier, surtout s'ils sont étendus aux quartiers résidentiels de moyenne à faible densité. D'autres améliorations technologiques pourraient améliorer davantage l'aspect économique et les avantages environnementaux.

Facteurs économiques et financiers

Un important obstacle semble être la préoccupation à l'égard de la viabilité financière de tels systèmes. Étant donné que l'énergie de quartier est encore considérée comme une technologie n'ayant pas fait ses preuves au Canada, les investisseurs privés exigent encore une prime de risque et un rendement correspondant de quelque 25 % (équivalent à une période de récupération de quatre ans). La participation du public et des investisseurs institutionnels, comme les services publics et les sociétés énergétiques de quartier (p. ex., Toronto District Heating Corporation), a tendance à abaisser le seuil économique à un rendement global selon une gamme de 10 à 15 % et de 18 %, respectivement. Cela prolonge la période de récupération à sept ans ou plus. Les services publics et les sociétés de chauffage à distance ont plus de connaissances et d'expérience à l'égard des systèmes énergétiques

de quartier et de la prestation des services publics en général et, par conséquent, craignent beaucoup moins le risque inhérent à l'élaboration d'un tel système. À mesure que de plus en plus de systèmes modernes énergétiques de quartier sont mis en place au Canada et que leur viabilité économique est prouvée, il est vraisemblable qu'un plus grand nombre d'investissements privés seront disponibles moyennant des rendements inférieurs.

Considérations politiques, de juridiction et d'établissement

Ressources naturelles Canada (RNCan, 1996) expose les principaux ingrédients d'une mise en oeuvre réussie des systèmes énergétiques de quartier.

- *Un champion éclairé et engagé.* Il s'agit de l'exigence la plus fondamentale. Le champion est une personne ou un groupe totalement convaincu(e) que les systèmes énergétiques communautaires (SEC) représentent une véritable perspective communautaire.

- *Les administrations municipales doivent comprendre qu'un SEC fait partie de leur mandat.* Étant donné qu'un SEC peut avoir une forte répercussion sur l'économie et l'environnement, la municipalité a un rôle à jouer dans son élaboration. Même si c'est le secteur privé qui le met en oeuvre, l'opinion ou l'attitude de la municipalité est cruciale pour le succès de cette démarche. Une collectivité proactive réduit le risque par la promotion du SEC à titre de bien commun.

- *Des clients éclairés.* Les clients doivent comprendre les avantages potentiels ainsi que les véritables coûts et conséquences de leurs besoins en énergie. Il est indispensable de savoir qui sont les intervenants et de s'assurer que l'on répond à leurs besoins et préoccupations, y compris leurs besoins en information.

Bien entendu, avant de pouvoir même envisager des systèmes énergétiques de quartier à l'échelle municipale, il faut diffuser davantage l'information, afin que se manifestent les champions dans les collectivités. En partenariat avec l'International Council for Local Environmental Initiatives, la Fédération canadienne des municipalités aide les collectivités participant à son Programme Partenaires dans la protection du climat à élaborer des plans stratégiques, dont une partie porte généralement sur l'examen de systèmes énergétiques de quartier. Ce type de revendication et de promotion, en plus de fournir des histoires à succès provenant d'autres municipalités, est indispensable pour favoriser l'acceptation des systèmes énergétiques de quartier.

Les juridictions ayant une institution de monopole pour la production et la distribution du courant électrique (p. ex., dans une province) peuvent éprouver des difficultés à combiner les systèmes de chaleur et d'électricité. D'importants changements se produisent dans l'industrie de l'électricité, partout en Amérique du Nord, mais les conséquences précises de ceux-ci pour l'élaboration de systèmes CHP ne sont pas vraiment connues.

Les municipalités n'ont pas tous les leviers nécessaires pouvant être manipulés afin de favoriser l'énergie de quartier à leur disposition. Les stimulants fiscaux sont la responsabilité des gouvernements provinciaux et fédéral. Dans certains secteurs, le double emploi, en matière de secteurs de compétence, entre différentes administrations municipales ou entre les municipalités et les gouvernements régionaux, peut entraver l'élaboration de systèmes énergétiques de quartier susceptibles de nécessiter l'encouragement et l'approbation de tous les gouvernements locaux. Il incombe aux gouvernements provinciaux de supprimer ces obstacles. Ces types de problèmes sont difficiles à aborder et, une fois encore, un champion peut être nécessaire afin de recruter tous les intervenants.

Quantification du potentiel de l'énergie de quartier

La contribution potentielle des systèmes énergétiques de quartier au chauffage des locaux et de l'eau dans les municipalités canadiennes,

ainsi que le potentiel correspondant de réduction des gaz d'échappement, ont été évalués dans une étude effectuée pour CANMET en 1997, intitulée *The Potential for CO_2 Emission Reductions in Canada by Implementing District Heating Systems* (CTEC, 1997). Cette étude se basait sur une analyse effectuée par Monenco Consultants en 1985, où 75 municipalités canadiennes ont été analysées à titre d'emplacements potentiels pour des systèmes de chauffage à distance, selon leurs tailles et la densité de leurs populations.

Utilisant une méthode démographique simple et des données de 1981, l'étude de Monenco évaluait les exigences totales en consommation de chaleur, pour les 75 municipalités canadiennes sélectionnées, à 600 PJ par année (167 000 GWh par année). Les émissions de CO_2 correspondant à ce niveau de consommation seraient de 46 mégatonnes. En ajustant ces chiffres selon la croissance de la population de 1981 à 1990, on arrive à l'évaluation suivante pour le chauffage des locaux et d'eau chaude domestique de 1990 : 875 PJ par année (238 000 GWh par année) et des émissions de CO_2 de 66 mégatonnes par année.

Ces chiffres sont plutôt prudents. Avec le modèle des gaz de serre de Ressources naturelles Canada et de Torrie Smith Associates (TSA) (calibré en fonction des estimations de RNCan), la consommation totale d'énergie tertiaire en 1990 pour le chauffage des locaux et l'eau chaude domestique serait approximativement de 1 170 PJ par année, et les émissions totales de CO_2, d'environ 110 mégatonnes.

L'étude CANMET évaluait la contribution potentielle des systèmes énergétiques de quartier en utilisant des villes pour lesquelles on disposait d'études de faisabilité plus détaillées sur la charge totale possible. Une contribution potentielle de 23 % (au chauffage des locaux et de l'eau) était la moyenne pour les villes étudiées, et l'analyse CANMET présumait que cette moyenne serait atteinte dans les 75 villes visées. L'analyse CANMET présumait aussi que toute l'énergie de quartier serait fournie par la cogénération, menant à une estimation prudente selon laquelle le chauffage des locaux et de l'eau par cette énergie avait un potentiel de réduction des gaz de serre de 10 %, soit 3 % des émissions municipales totales (CTEC, 1997, 12).

Cette estimation ne comprend pas les réductions supplémentaires d'émissions qui surviendraient si l'électricité produite par les systèmes CHP déplaçait celle qui est générée par des centrales au charbon ou à d'autres combustibles fossiles. Étant donné que le charbon est une source marginale de génération dans la plus grande partie du Canada, l'inclusion des émissions déplacées dans l'estimation de la contribution potentielle ferait augmenter beaucoup le potentiel de réduction. Par exemple, l'étude CANMET montre une hausse du potentiel de réduction de sept à 40 mégatonnes (CTEC, 1997, 14). MacRae (1992, 53) estime que les systèmes CHP peuvent réduire les émissions de CO_2 de 59 à 60 % lorsqu'on tient compte du déplacement de la production au charbon (MacRae, 1992, 53). Pour ces raisons et parce qu'au moins certains systèmes énergétiques de quartier utiliseraient la biomasse ou la chaleur de récupération comme source d'énergie, le potentiel vraisemblable de réduction provenant de l'énergie de quartier est considérablement supérieur à 10 % des émissions totales pour le chauffage de locaux et de l'eau.

PLANIFICATION COMMUNAUTAIRE DE L'ÉNERGIE ET POTENTIEL DE RÉDUCTION DES GAZ DE SERRE

L'énergie pour les collectivités durables

Bien que l'énergie de quartier et la planification de l'utilisation des terrains pour l'efficacité énergétique soient d'importants éléments de collectivités économes en énergie, la PCE est beaucoup plus que la somme des mesures technologiques et de planification individuelles : c'est l'intégration des facteurs énergétiques à tous les aspects des stratégies des gouvernements locaux pour le développement durable. La PCE comprend l'usage délibéré et stratégique de ce qu'on pourrait appeler des « sphères d'influence » municipales sur la consommation d'énergie dans la collectivité, pour atteindre les objectifs de développement environnemental et communautaire.

Les sphères d'influence municipales

La reconnaissance des nombreux moyens par lesquels les gouvernements locaux influent sur le niveau et les types de consommation d'énergie dans la collectivité révèle le rôle potentiel de la planification énergétique communautaire.

- Les munipalités exploitent toutes sortes de bâtiments, véhicules, installations d'aqueduc et d'égout, feux de rue et de circulation, et autres articles d'équipement qui consomment de l'énergie. Les grandes villes paient bel et bien des millions de dollars par année pour les combustibles et l'électricité, et les municipalités représentent une importante contribution à l'usage final de l'énergie dans la collectivité.

- Les municipalités sont directement responsables de la collecte des déchets et de la gestion des dépotoirs. La récupération et l'utilisation des gaz d'enfouissement ont le potentiel de réduire largement la contribution du méthane aux émissions de gaz de serre au Canada, à court ou à moyen terme. Les municipalités seront les principaux intervenants dans cette démarche. Le Sous-comité de la table des municipalités a été formé pour explorer davantage ce potentiel, qui représente l'une des plus grandes et des plus rentables options à court terme permettant aux municipalités de contribuer aux objectifs de Kyoto.

- Les municipalités ont également la responsabilité des programmes de réduction, de recyclage et de compostage des déchets solides. Ces programmes présentent de multiples avantages sur le plan des gaz de serre. Dans la mesure où les déchets organiques sont détournés des dépotoirs (par réduction, recyclage ou compostage), on évite la production de méthane. La réduction des déchets solides et le compostage de cour élimine aussi l'énergie qui autrement serait requise pour recueillir et évacuer les déchets. Plus important encore, les réductions de l'émission des gaz de serre durant le « cycle de vie complet », à partir de la réduction et du recyclage des déchets solides, peuvent être très importantes. Dans le cas de matériaux exigeant une quantité exceptionnelle d'énergie, comme l'acier et l'aluminium, les produits de plastique et de papier, l'impact du recyclage d'une tonne de matériaux peut entraîner des réductions de plus d'une tonne des émissions de CO_2, et parfois plusieurs fois plus. Dans le cas du papier, l'impact du recyclage sur les besoins en pâte de bois peut contribuer davantage à réduire les gaz de serre.

- Grâce à leur contrôle sur l'utilisation des terres, ainsi que les programmes écologiques des parcs et des collectivités, les municipalités exercent une influence centrale sur l'augmentation (ou la diminution) de la séquestration du carbone sur leur territoire. Les programmes d'écologisation urbaine et de forêts ne font pas qu'augmenter le puits de carbone dans la collectivité, mais ralentissent également l'effet d'« îlot thermique urbain » et réduisent la demande d'énergie, tant pour le chauffage

que pour la climatisation, en fournissant des coupe-vent et de l'ombre aux bâtiments.

- Bon nombre de municipalités possèdent ou contrôlent des services publics en matière de gaz, d'électricité et d'énergie de quartier, ce qui donne l'occasion d'établir, dans ces organismes, des stratégies d'affaire menant à des réductions de gaz de serre dans toute la localité. Les municipalités peuvent aussi jouer un rôle de premier plan en stimulant le marché de l'« énergie verte », en l'achetant pour leurs propres besoins et en favorisant son usage dans la collectivité.

- Les municipalités exploitent ou contrôlent directement la conception et le fonctionnement des systèmes de transport en commun, et sont des intervenants majeurs dans toute stratégie visant à réduire les émissions de gaz de serre.

- Les municipalités ont souvent une autorité de réglementation ou une influence dans des secteurs touchant la consommation énergétique, comme les codes du bâtiment, le stationnement et le débit de circulation.

- Pour réduire l'impact associé au changement climatique, il faudra des millions d'interventions relativement modestes de personnes, de collectivités et d'entreprises, pour améliorer l'efficacité énergétique et appliquer des technologies basées sur l'énergie renouvelable. La proximité des gouvernements locaux par rapport à l'électorat et à la collectivité en fera des partenaires essentiels pour exécuter les politiques et programmes intégrés des plus efficaces afin de réduire les émissions de gaz de serre.

- Les gouvernements locaux sont une des plus importantes influences exercées sur le type d'investissement dans l'infrastructure et l'environnement construit. À long terme, la diminution de la teneur en carbone nécessitera une réflexion, une nouvelle conception et une refonte relatives à l'infrastructure urbaine. Les gouvernements locaux seront les principaux intervenants dans ce processus, au moyen d'un investissement direct dans tous les éléments, des routes et des égouts aux parcs et aux pistes cyclables, et par leur influence indirecte (par des règlements, règles, permis, etc.) sur les autres investissements de la collectivité.

- L'impact à long terme le plus profond des administrations municipales sur le niveau de sources et les puits de gaz de serre dans la collectivité provient de leur contrôle de l'utilisation des terres. À mesure que nous commençons à comprendre les facteurs qui font qu'une société ou localité est plus sensibilisée dans ce domaine qu'une autre, le rôle principal de la forme et de la structure urbaines se révèle le facteur le plus important. Les décisions sur les changements à l'utilisation des terres (de l'agriculture à d'autres fins, des forêts à l'agriculture, de l'agriculture à l'aménagement urbain, etc.) ont d'importantes répercussions sur les puits de carbone. Dans les municipalités urbaines, les règlements de zonage, les conditions des permis, les arrêtés municipaux et les règlements touchent tous la consommation d'énergie en influant sur des facteurs clés comme la densité résidentielle, l'accessibilité et la proximité des services commerciaux et des commerces de détail, le mélange des utilisations, l'accessibilité du transport en commun, le niveau de « convivialité » pour les piétons et les bicyclettes dans la collectivité, etc. Ces éléments, à leur tour, déterminent l'envergure de l'efficience énergétique dans la collectivité, la faisabilité des systèmes énergétiques de quartier et « l'efficacité de la mobilité » de la collectivité (c'est-à-dire, combien de déplacements il faut pour accéder à l'emploi, aux activités récréatives, aux magasins et à d'autres commodités). Par le passé, les considérations énergétiques n'ont pas joué un grand rôle à cet égard, mais, à mesure que les multiples avantages de la GCE deviennent évidents, les municipalités tiennent expressément compte de ces facteurs dans leurs politiques et programmes.

Stratégies urbaines pour l'énergie durable

La planification énergétique communautaire est plus efficace quand elle est guidée par une approche stratégique du leadership tant politique que bureaucratique, faisant participer la collectivité à l'établissement et à l'atteinte d'objectifs de rendement pour les améliorations environnementales et économiques intégrées à d'autres objectifs communautaires. Une approche innovatrice et intégrée est nécessaire afin de faire participer l'ensemble des partenaires communautaires et gouvernementaux nécessaires pour apporter les changements permanents indispensables à la préparation d'un avenir caractérisé par de faibles émissions de gaz (Torrie, 1995). Au nombre des principaux éléments de la planification communautaire de l'énergie, signalons :

- *Une approche stratégique.* Les plans d'action locaux en matière d'énergie exigent innovation et initiative. Ils ne s'appliqueront pas spontanément, car ils nécessitent une combinaison d'éléments souvent étrangers au mandat traditionnel ou aux opérations conventionnelles de l'administration municipale. Le stimulant doit être assez fort pour vaincre l'inertie du « statu quo », ce qui nécessite une approche stratégique à long terme.

- *Objectif.* Des objectifs clairement précisés (p. ex., réduction de 20 % des émissions de CO_2, élimination des produits chimiques menaçant l'ozone, développement de tout le potentiel d'économies dans la ville, etc.) sont indispensables à une approche stratégique. Sans objectif, écologique ou économique, la stratégie n'a pas d'orientation claire et se révélera vraisemblablement inefficace.

- *Reconnaissance des multiples avantages.* Même quand l'amélioration environnementale a été la motivation initiale pour élaborer localement un plan d'action détaillé en matière d'énergie (p. ex., réduire les émissions de gaz de serre de 20 % d'ici 2005), la politique et les programmes connexes seront accueillis de manière plus enthousiaste à la fois par les représentants élus et par la collectivité, quand on aura déterminé et quantifié les multiples avantages. La justification d'une intervention du gouvernement local en matière d'énergie englobe la création d'emplois, le développement économique, les économies de coûts, l'amélioration de la qualité de l'air, la réduction des gaz de serre et les améliorations de la qualité globale de vie dans la collectivité.

- *Leadership politique.* L'application de plans d'action locaux efficaces en matière d'énergie exige un leadership et de la vision de la part des représentants élus, ainsi que la participation, l'encouragement et le soutien actifs du conseil municipal.

- *Participation de la collectivité.* En ce qui concerne la nécessité d'un leadership politique, il faut aussi mentionner l'essentielle participation de la collectivité à la conception et à l'application du plan d'action. La réduction de la consommation énergétique n'est pas purement ni essentiellement un défi technologique, mais elle exige aussi la participation des utilisateurs finals à chaque étape. Que ce soit pour planifier la réfection du système de ventilation d'un seul immeuble, ou pour concevoir un programme communautaire de rénovation de maisons, le succès d'une entreprise nécessite la consultation et la participation initiales de toutes les personnes concernées.

- *Soutien bureaucratique.* Si un soutien politique actif est nécessaire à une intervention locale fructueuse en matière d'énergie, il en va de même pour le soutien enthousiaste de la part du personnel municipal. Il existe des stratégies efficaces d'énergie communautaire où des particuliers ou des groupes à l'intérieur d'administrations municipales ont adopté le concept, sont enthousiasmés par les défis qu'ils présentent, reconnaissent les avantages qu'il peut apporter à leur municipalité et réalisent son potentiel de développement et d'avancement professionnel.

- *Partenariat.* Les municipalités ont nettement avantage à constituer des partenariats avec des niveaux supérieurs de gouvernement, des services publics et d'autres éléments intéressés à la conservation de l'énergie et aux énergies renouvelables. Même les plus grandes villes n'ont pas toutes les capacités et ressources nécessaires en matière d'information, d'analyses, de finances, de commercialisation et de technique, pour établir des plans énergétiques intégrés, détaillés et efficaces. Les municipalités peuvent optimiser leurs capacités techniques, de gestion, financières et d'exécution des programmes, par des partenariats dont l'élaboration est un élément explicite des stratégies fructueuses.

- *Un financement innovateur.* Même pour les programmes internes de conservation et renouvelables, et spécialement pour les efforts déployés à l'échelle des municipalités, les coûts initiaux d'investissement sont un obstacle majeur. Des méthodes innovatrices d'attrait des investissements sont indispensables au succès. Les gouvernements ayant des objectifs en matière de politique environnementale nécessitant « de plus grandes économies » avec des périodes de remboursement plus longues, peuvent stimuler l'intérêt nécessaire en servant de caution ou de garant, et en fournissant une assurance de la qualité et des normes industrielles favorisant la confiance des investisseurs. L'International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) favorise de nouvelles méthodes de financement pour des plans d'action des gouvernements locaux en matière d'énergie.

- *Mécanismes du marché.* Le marché peut jouer un rôle fondamental dans les stratégies d'énergie renouvelable et en stimulant l'innovation ainsi que les nouvelles activités commerciales nécessaires. La pollution environnementale et la détérioration de l'écosystème se traduisent au moins partiellement par des coûts économiques, mais ceux-ci sont demeurés largement inconnus et sous-évalués dans les transactions du marché. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une panacée pour les problèmes environnementaux, l'évaluation économique des « facteurs externes » environnementaux peut être un important élément des stratégies pour l'énergie durable.

- *Collaboration avec d'autres gouvernements locaux.* La force et le soutien mutuel obtenus par la collaboration avec d'autres municipalités ayant des objectifs et politiques semblables, sont inestimables. Cette collaboration peut comprendre les éléments suivants :

  - partage de l'information sur les mesures techniques et opérationnelles;
  - échanges d'assistance technique et de personnel;
  - regroupement des ressources en recherche pour élaborer des outils, des règlements, des règles, etc. analytiques et de contrôle;
  - élaboration de spécifications normalisées et axées sur l'économie d'énergie;
  - achat conjoint d'équipement axé sur l'économie d'énergie;
  - regroupement des perspectives d'investissement de capital;
  - élaboration de positions communes sur les problèmes juridiques et de réglementation;
  - enfin, démarchage conjoint auprès des gouvernements supérieurs, d'organismes internationaux, etc.

- *Contrôle et évaluation.* Un contrôle permanent de la consommation énergétique et l'évaluation des mesures de réduction de l'énergie sont importants pour plusieurs raisons. D'abord, le contrôle permet de s'adapter continuellement aux priorités conformément aux mesures qui se révèlent les plus efficaces. Il est également nécessaire pour savoir si l'on atteint l'objectif stratégique. Les représentants élus et les associés financiers devront effectuer un contrôle et une évaluation pour veiller à atteindre les objectifs souhaités. Finalement, dans la mesure où une grande partie de l'évolution vers l'économie d'énergie consiste à savoir de plus en plus comment utiliser l'énergie

et à comprendre comment le comportement influe sur le niveau de consommation d'énergie, le contrôle et l'évaluation sont critiques. D'ailleurs, le simple fait de faire connaître aux gens la consommation d'énergie du bâtiment ou de l'installation où ils travaillent peut, en soi, susciter des mesures immédiates à la portée des utilisateurs (et habituellement gratuites) pour réduire le gaspillage d'énergie.

- *Exécution intégrée des programmes.* Des plans d'action locaux en matière d'énergie seront plus efficaces si l'on peut introduire un facteur énergétique dans les activités, les politiques et la planification quotidiennes de l'organisme et de la collectivité. Par exemple, l'intégration de normes sur l'efficacité énergétique dans les politiques d'achat et architecturales d'une municipalité permettra de veiller à ce que les conceptions réduisant l'énergie et les technologies renouvelables soient favorisées à l'achat d'un nouvel équipement, à la construction de nouveaux bâtiments ou à la rénovation des bâtiments actuels. De même, l'intégration d'un facteur de consommation énergétique à l'analyse des autres utilisations de terrains et des plans de zonage aidera la municipalité à se développer de manière à réduire graduellement l'intensité de l'énergie. Les stratégies énergétiques locales sont les plus efficaces quand elles font partie d'une stratégie intégrée d'amélioration de l'environnement. La conservation de l'eau, la réduction et le recyclage des déchets, l'utilisation des terrains et d'autres éléments de la stratégie environnementale d'une municipalité devraient être intégrés, spécialement en ce qui concerne l'exécution des programmes ainsi que l'éducation et l'approche du public.

Le plan d'action local

La base des actions municipales efficaces en matière d'énergie et de changement climatique est le plan d'action local. Tous les renseignements examinés et toute l'expérience municipale inspectée en ce qui concerne les stratégies de réduction des gaz de serre montrent la nécessité de stratégies propres à chaque municipalité, élaborées avec des connaissances locales, adaptées aux modes locaux d'offre et de demande de l'énergie, et intégrée à d'autres stratégies de développement communautaire. Le plan d'action local (PAL) est une approche stratégique d'un objectif déterminé de réduction, tant sur le plan des opérations de la municipalité que de l'ensemble de la collectivité. Les deux éléments du plan (collectif et interne ou « intégré ») doivent avoir trois éléments de base :

- *Une analyse des émissions de gaz de serre* contient un répertoire des émissions actuelles et des projections des émissions futures, en supposant le statu quo. L'essentiel de cette analyse est un équilibre énergétique pour la localité.

- *Une analyse stratégique* comprend la sélection d'un objectif ou d'un ensemble d'objectifs déterminé et un groupe correspondant *d'actions, de mesures et de programmes* pour atteindre les objectifs. Cela comprend une analyse de la façon dont les activités et politiques actuelles d'une municipalité influent sur les sources et les puits d'émission de gaz de serre, ainsi que les nouvelles perspectives d'atténuation.

- *Un plan de mise en oeuvre* indique la manière dont les mesures en question seront appliquées, en précisant les calendriers, les budgets, le financement, l'affectation des responsabilités et du personnel, l'attribution des ressources, les accords de partenariat, les stratégies de contrôle et d'évaluation, et la façon dont on supprimera tous les obstacles déterminés.

Près de 60 municipalités canadiennes se sont engagées à élaborer des plans d'action locaux pour réduire les gaz de serre, par leur participation au programme de l'ICLEI et de la FCM Partenaires dans la protection du climat. Les émissions de gaz de serre dans les collectivités proviennent essentiellement des combustibles fossiles, et un plan d'action communautaire pour réduire celles-ci est nécessairement, dans une

large mesure, un plan énergétique communautaire. Bien que les plans d'action locaux individuels soient par définition uniques, il y a beaucoup de place pour la coopération et la collaboration dans l'établissement d'une capacité de mettre en oeuvre et d'appliquer des PAL. Il existe des approches normalisées avec des outils et logiciels de soutien pour l'élaboration d'un plan d'action local, des programmes de formation communs peuvent être offerts, et l'on peut faciliter le partage de l'expérience et des connaissances dans des projets de réseau comme le programme de l'ICLEI et de la FCM Partenaires dans la protection du climat.

Bien que l'intérêt envers la résolution du problème de changement climatique au niveau municipal soit tout à fait récent et encore fragmentaire, l'histoire des recherches et de l'innovation en planification énergétique communautaire remonte à plus de 20 ans jusqu'à la période suivant l'embargo pétrolier décrété par l'OPEP. Les défis que doit affronter la prochaine génération en matière de planification communautaire de l'énergie consisteront à miser sur cette expérience pour élaborer une approche moderne et intégrée des systèmes énergétiques en vue du développement économique durable.

La bibliographie comprend des références essentielles à la documentation sur la planification communautaire de l'énergie (p. ex., B.C. Energy Aware Committee, 1997; Allen, 1995; Torrie et Jessup, 1995; California Energy Commission, 1993; Oregon Dept. of Energy et coll., 1996; Weissman et Corbett, 1992; Ontario, 1992; SCHL, 1982; Urban Consortium Task Force, 1992).

Gestion communautaire de l'énergie : les avantages économiques

La gestion communautaire de l'énergie, exécutée de manière à intégrer les objectifs énergétiques à d'autres objectifs communautaires, peut mener à d'importantes économies et à de grands avantages en matière d'emploi. Les stratégies en vue d'améliorer l'efficacité et d'accroître l'autonomie locale de la consommation d'énergie produisent presque toujours des bénéfices nets pour la collectivité, sur les plans suivants :

- nouvelle affectation des économies en matière de combustible et d'électricité;
- réduction de la congestion de la circulation et plus grande productivité connexe;
- amélioration de la qualité de l'air local, de la santé publique et des avantages économiques connexes;
- plus faibles coûts d'infrastructure; et
- amélioration du caractère concurrentiel pour ce qui est d'attirer des investissements commerciaux dans la collectivité.

Il y a eu des recherches limitées sur la quantification de ces divers avantages, mais les résultats montrent assez clairement que de plus en plus de municipalités considèrent l'écologisation de leurs collectivités, non seulement comme un objectif environnemental, mais également comme une stratégie de développement économique à long terme.

Une étude effectuée par le groupe IBI, intitulée *Greater Toronto Area Urban Structure Concepts Study*, initialement produite en 1990 et mise à jour en 1995, présente des conclusions importantes en ce qui concerne les coûts des différents modèles d'aménagement urbain.

- Si l'on maintient l'actuel mode d'aménagement à faible densité et à de nouveaux terrains, qui caractérise l'aménagement urbain dans la région du Grand Toronto, on estime que la croissance future exigera environ 90 milliards de dollars en investissement de soutien dans la nouvelle infrastructure, sur une période de 25 ans. En plus de ce chiffre, il faudra des dépenses permanentes pour l'entretien et le remplacement des infrastructures actuelles, ainsi que des frais d'exploitation et d'entretien.

- Le mode actuel de développement urbain coûte cher, en comparaison avec des solutions de rechange plus efficaces. Une forme urbaine, basée largement sur la

réurbanisation, un aménagement plus compact et une utilisation mixte des terrains, diminuerait l'investissement requis pour les routes, le transport en commun, les services d'aqueduc et d'égout, d'un montant estimatif de 10 à 16 milliards de dollars, et réduirait les frais d'exploitation et d'entretien de 2,5 à 4 milliards de dollars.

- Lorsque les coûts extérieurs (comme ceux associés aux émissions de gaz, aux soins médicaux assumés par le public et au maintien de l'ordre en cas d'accident) sont ajoutés aux économies de coûts de capital, d'exploitation et d'entretien, une estimation prudente suggérerait qu'au total, le Grand Toronto pourraient économiser de 700 millions à un milliard de dollars par année (de 17,5 à 25 milliards de dollars sur 25 ans) en axant sa croissance future sur des types urbains plus efficaces.

- On pourrait économiser davantage en modifiant les normes de construction de toutes les infrastructures, pour permettre des solutions plus efficaces, souples, durables et rentables.

- Les mécanismes actuellement en place pour recueillir des revenus afin de payer pour la nouvelle infrastructure (taxe foncière, frais d'aménagement, frais d'utilisation et impôt sur le revenu provincial) produisent une subvention aux résidants des secteurs de banlieue à faible densité, acquittée par les résidants des secteurs à forte densité et à utilisation mixte. Ces subventions abaissent artificiellement le coût d'un aménagement urbain inefficace, et perturbent les marchés immobiliers et de l'habitation urbaine.

- Des économies suscitées par des types d'aménagement urbain plus efficaces seraient avantageuses pour les acheteurs, les locataires, les entreprises, le gouvernement provincial, les municipalités locales et régionales et, en bout de ligne, les contribuables (Blais, 1996, i-ii).

Une autre étude effectuée par la SCHL (1997) tentait de quantifier les coûts d'infrastructure associés aux types conventionnels et nouveaux d'aménagement, basés sur les théories du nouvel urbanisme. Une banlieue d'Ottawa (Barrhaven) a été utilisée comme étude de cas. L'étude a conclu que, si Barrhaven avait été conçue selon de nouveaux principes d'urbanisme, le coût total du cycle de vie (plus de 75 ans) de l'infrastructure serait moins élevé de 11 000 $ par unité résidentielle, ou inférieur de 8,8 % au coût du plan conventionnel. Ces économies seraient grosso modo réparties entre les secteurs public et privé. (Le promoteur est chargé de construire une bonne partie de l'infrastructure.) Les économmies des coûts unitaires sont attribuables à l'augmentation de la densité résidentielle ainsi que de la composition de l'utilisation des terrains, ce qui réduit la partie résidentielle des coûts en capital, d'exploitation et d'entretien (Essiambre-Phillips-Desjardins Associates Ltd. et coll., 1995).

Les exigences en matière d'infrastructure linéaire pour les différents types d'habitation sont présentées au tableau 8.

En plus des résultats de ces études, Jaccard et coll. (1997, 5) notent que les initiatives en GCE pour chacune des collectivités étudiées avaient des coûts combinés du cycle de vie de 15 à 30 %

Tableau 8 :
Exigences de l'infrastructure linéaire correspondant à différents types de logement

Type de logement	Densité (unités par hectare)	Longueur relative des rues et autre infrastructure linéaire (par unité)
Immeubles résidentiels, 8 étages, 6 unités par étage	87	1,0
Immeubles résidentiels, 4 étages, 6 unités par étage	73	1,7
Triplex (groupes de 4)	55	2,8
Duplex (groupes de 4)	37	4,2
Bungalows isolés	10	17,5

Source : D'Amour, 1993-12.

inférieurs à ceux du statu quo. Ils concluent qu'en d'autres termes, la réduction des émissions de CO_2 imputable aux mesures de GCE correspond à ce que l'on définit généralement comme une politique irréprochable, car ces mesures sont souhaitables uniquement dans une perspective économique.

L'écovillage : la structure de l'avenir?

Le concept d'écovillage donne peut-être les exemples les plus avancés de la planification énergétique communautaire. D'une orientation environnementale beaucoup plus explicite que les autres types de « nouvel urbanisme », son principal but est de réduire l'impact environnemental et la consommation de ressources de l'aménagement urbain. Cette approche aborde les demandes que l'aménagement urbain impose à l'environnement, à la fois comme source de matériaux et de ressources, et à titre de puits de pollution et de déchets. Pour réduire l'empreinte écologique de la collectivité, les écovillages fixent des normes rigoureuses de consommation d'énergie dans les bâtiments et le transport, la gestion des déchets et la consommation d'eau. Certains écovillages limitent également l'envergure de l'aménagement, selon un aspect défini de la capacité de l'environnement immédiat. Les écovillages optimisent l'usage de ressources énergétiques renouvelables et réduisent à zéro l'impact de l'épuration des eaux usées sur les eaux réceptrices. Ils insistent sur les systèmes sur place pour l'apport d'énergie, la gestion des eaux pluviales, l'alimentation en eau, l'épuration des eaux usées et la gestion des déchets (Hygeia Consulting et REIC Ltd., 1997, 11).

Les aménagements de l'écovillage partagent des caractéristiques, comme une forme compacte et une orientation vers les piétons, avec les collectivités conçues selon les principes du nouvel urbanisme, mais insistent davantage sur l'impact environnemental de l'habitation humaine.
En plus des économies réalisées à l'égard de l'infrastructure linéaire résultant d'une forme urbaine plus compacte, les écovillages réduisent les coûts en capital et d'exploitation liés à la prestation des services grâce à des caractéristiques intégrées de gestion de la demande, et à des besoins plus faibles par personne en matière d'énergie, d'eau et d'élimination des eaux usées. En outre, certains écovillages européens élaborent des technologies de cogénération sur une petite échelle et d'énergie renouvelable, des systèmes permettant de recueillir l'eau potable et de traiter sur place les eaux usées, et de ramener les déchets solides pouvant être transformés en compost au cycle des éléments nutritifs. Tous ces systèmes ont le potentiel de réduire ou d'éliminer la nécessité d'une infrastructure publique coûteuse et centralisée.

Bien qu'elle soit encore nettement en dehors de la planification urbaine courante, l'approche des écovillages ou de « l'écodéveloppement » pour la planification urbaine offre le plus grand potentiel à long terme de planification énergétique communautaire pour améliorer l'environnement. Il existe un réseau croissant de tels aménagements urbains dans le monde entier (www.ecovillage.org), habituellement situés en banlieue ou en milieu rural, mais comprenant certains projets de réaménagement urbain (p. ex., le projet d'écovillage de Los Angeles).

Exemples d'aménagements en écovillage

- Le Tucson Solar Village en Arizona, également appelé projet Cinvano, est l'un des écovillages les plus connus aux États-Unis. Situé sur un emplacement de 458 hectares (1 132 acres) dans la banlieue de Tucson, Cinvano est actuellement en cours de construction. Il comprendra un centre commercial de 40,5 hectares (100 acres), entouré de 2 600 maisons dans quatre quartiers, 30 % de l'emplacement étant formé de terrains naturels préservés, et une proportion supplémentaire de 10 % étant consacrée aux espaces ouverts. L'objectif de rendement résidentiel pour l'énergie est d'amener la consommation à moins de 50 % du code modèle de bâtiment Arizona 1995 et de réduire le trafic communautaire de 40 %, en comparaison avec les niveaux typiques de banlieue (www.cinvano.com).

- Il y a plusieurs douzaines de projets d'écovillage en Europe, dont Ecolonia

aux Pays-Bas. Ici encore, on insiste pour réduire radicalement les incidences environnementales par rapport aux aménagements typiques. La consommation d'énergie par logement est de 25 % inférieure aux normes du bâtiment déjà strictes aux Pays-Bas, et la forme du quartier, la disposition du site et l'orientation des bâtiments sont tous conçus en fonction d'un gain et d'une efficacité solaires (Novem, nd).

- À New York, l'écovillage d'Ithaca (EVI) est un site de 71 hectares (176 acres) limitant une réserve naturelle et surplombant la ville d'Ithaca. À moins de trois kilomètres (deux milles) du centre-ville d'Ithaca, l'EVI comprend des habitations communautaires, une agriculture organique, des industries artisanales, un centre d'éducation et des aires naturelles, préservant et restaurant plus de 80 % des terrains sous forme d'espaces verts. L'élément résidentiel comprend de trois à cinq habitations communautaires étroitement regroupées autour d'un espace vert de village (www.cfe.cornell.edu/ecovillage/).

- Au Canada, le type le plus ambitieux de projet d'écovillage proposé jusqu'à présent est le Bamberton, situé au nord de Victoria, en Colombie-Britannique. La proposition, à laquelle ont réussi à s'opposer plusieurs groupes d'intérêt public et de Premières nations, comprenait des plans en vue d'établir une collectivité de 12 000 à 15 000 habitants dans 4 900 logements situés sur 600 hectares (1 483 acres), sur la rive ouest de Saanich Inlet. Tous les immeubles résidentiels et commerciaux devaient présenter un haut niveau d'efficacité énergétique et d'efficience de l'eau, réduire la consommation d'énergie à moins de la moitié de celle des aménagements conventionnels. Le plan prévoyait un rapport emploi-ménage d'au moins un, mais, étant donné l'emplacement proposé de la collectivité, les critiques selon lesquelles l'écovillage deviendrait essentiellement une ville-dortoir pour Victoria sont bien fondées.

Dans quelle mesure la planification communautaire de l'énergie peut-elle être importante pour la réduction des gaz de serre?

Il n'y a aucune réponse simple à la question de l'évaluation des réductions suscitées par une planification communautaire efficace de l'énergie. La réponse est aussi variée que les circonstances et perspectives locales. Certaines analyses établissent un total numérique, mais diverses études définissent différemment l'envergure de la gestion communautaire de l'énergie et utilisent des méthodes variables pour quantifier les impacts potentiels.

Une récente étude canadienne fournit bel et bien une estimation du potentiel de réduction de l'application de la GCE, en Colombie-Britannique. Jaccard et coll. (1997, 1063) ont appliqué les principes de la GCE à quatre collectivités représentatives de la province. Celles-ci variaient en tailles, entre un petit établissement non intégré aux réseaux provinciaux d'électricité ou de gaz (Anaheim Lake) et une grande banlieue moderne de Vancouver (Surrey). On présumait que chaque collectivité aurait fait un effort concerté pour appliquer la GCE, notamment par les moyens suivants : planification des terrains, gestion des transports, conception des emplacements, de même que planification locale de la fourniture et de la livraison de l'énergie. Les résultats de l'exercice de modélisation suggèrent que la GCE pourrait entraîner des économies d'énergie de 15 à 30 % et réduire de 30 à 45 % les émissions dans l'air (CO_2 et NOx) pour ces collectivités, en comparaison avec le statu quo. Ces économies auraient lieu au cours de la période de 1995 à 2010. En outre, l'étude étendait l'analyse à l'application d'un aspect de la GCE (la planification de l'utilisation des terrains) au niveau provincial. L'étude estimait que l'on pouvait réduire les émissions de CO_2 de 7,9 millions de tonnes (17 %) par rapport au statu quo, d'ici l'an 2010, pour une population prévue de 5,4 millions de personnes.

Les études et d'autres preuves empiriques corroborent les conclusions de Jaccard et coll. Owens (1991), Oregon Dept. of Energy et coll. (1996) et la SCHL (1998) montrent qu'il est possible d'améliorer jusqu'à 20 % l'efficacité énergétique du chauffage de locaux pour les nouveaux aménagements résidentiels, grâce à de meilleures stratégies de conception des lieux et des maisons. De telles stratégies (par exemple, l'augmentation du nombre de fenêtres orientées vers le sud) permettraient aux localités de tirer parti des gains solaires passifs en hiver ainsi que des conditions microclimatiques (Oregon Dept. of Energy et coll., 1996; SCHL, 1998, 46-47). Une plus forte densité et de meilleures normes d'efficacité pourraient améliorer jusqu'à 26 % l'efficacité du chauffage de locaux pour les nouveaux logements. Une combinaison de ces stratégies pourrait réduire la consommation d'énergie des nouveaux logements jusqu'à 50 %. Il est important de noter que c'est un niveau considéré comme réalisable simplement en passant à une norme R-2000 pour tous les nouveaux logements. Tel qu'indiqué au tableau 6, les effets de diverses mesures de GCE sur la demande en énergie oscillent entre des réductions de 5 à 150 %.

Dans le cadre du projet de quartier Greenhouse de Victoria, en Australie, un groupe d'experts-conseils a tenté de quantifier les impacts de l'élaboration de quartiers de conception traditionnelle sur les émissions de gaz de serre. En termes d'exigences en matière de chauffage de ménage, ils ont constaté une réduction de 26 % dans les émissions de CO_2, largement attribuable à une augmentation du degré d'« attachement » des logements (un plus grand usage de maisons jumelées, de maisons en rangée et d'appartements, plutôt que des secteurs de banlieue traditionnels) et une meilleure orientation solaire des maisons (Loder and Bayly Consulting Group, 1993, 14). Les émissions de gaz d'échappement ont aussi radicalement diminué en comparaison avec les aménagements conventionnels de banlieue, en partie à cause des réductions dans le nombre et la longueur des déplacements, et en partie à cause de l'aménagement d'une infrastructure conviviale pour les piétons et les bicyclettes, permettant d'accéder rapidement aux services locaux.

Toutefois, la réduction des gaz d'échappement dans une ville ou une région entière se produira plus graduellement. Stockholm est une exemple de ce qu'a pu faire une administration municipale dans le secteur des transports. Au cours d'une décennie, la ville a atteint une augmentation de 15 % de l'usage du transport en commun, et une diminution de 4,7 % du nombre des kilomètres parcourus en automobile par personne.

En examinant les études citées ci-dessus, on constate clairement que le potentiel d'économie d'énergie et de réduction des gaz d'échappement, attribuable à la gestion communautaire de l'énergie, est très élevé. Malgré la pénurie de preuves empiriques, l'affirmation de Jaccard et coll. (1997), selon laquelle les émissions de CO_2 de Colombie-Britannique pourraient diminuer de 17 % sur une période de 15 ans, grâce à l'application généralisée d'une planification de l'utilisation des terrains, semble raisonnable. Comme l'étude l'indique, des réductions supplémentaires seraient logiques à la suite de l'application d'autres éléments de la gestion communautaire de l'énergie et, ici encore, d'autres études semblent corroborer cette conclusion. En évaluant tous les renseignements ci-dessus, on constate que les réductions des gaz attribuables à l'application d'autres éléments de la gestion de l'énergie pourraient faire baisser de 3 % les émissions totales du secteur municipal, grâce à une application généralisée de l'énergie de quartier, et entraîner une réduction de 5 % attribuable aux initiatives de gestion des transports et une autre de 5 % imputable à une meilleure conception des sites, ce qui porterait le potentiel total à environ 30 %.

Il ne semble pas déraisonnable de penser que les résultats de Jaccard et coll. pourraient être étendus à la plupart des régions canadiennes. En fait, les nombres seraient vraisemblablement supérieurs dans chacune des autres provinces, sauf le Manitoba et le Québec. La Colombie-Britannique, le Manitoba et le Québec utilisent toutes trois de grandes quantités d'énergie hydraulique pour produire l'électricité, ce qui diminue le potentiel de réduction d'émissions de certaines initiatives de GCE.

REMARQUES DE CONCLUSION

La gestion communautaire de l'énergie comprend diverses initiatives pour entraîner d'importants gains en efficacité énergétique et de fortes réductions des gaz de serre dans les villes et les villages. Il y a plusieurs éléments majeurs à garder à l'esprit. Les avantages financiers de l'application de la GCE sembleraient aussi importants que le potentiel de réduction des émissions, probablement encore plus lorsqu'il s'agit de recueillir le soutien du public et des hommes et femmes politiques pour les initiatives de GCE. En outre, celles-ci présentent de nombreux avantages intangibles relatifs à la qualité de vie, étant donné que la gestion de l'énergie et les autres aspects de la vie communautaire sont inextricablement liés.

Il y a de nombreux obstacles à la mise en oeuvre de la GCE : absence de juridiction claire, manque de coopération et d'information, absence de volonté politique, manque de capitaux, priorités contradictoires et absence de sentiment d'urgence. Tous ces obstacles peuvent être surmontés, pourvu qu'un organisme ou un « champion » de premier plan commence à les enlever. Le plus urgent devrait être de convaincre les décideurs que la GCE est dans l'intérêt économique et environnemental de la nation. Pour commencer à expliquer les avantages, il faut de plus amples renseignements. D'autres études empiriques sont requises pour fournir les preuves nécessaires. Il faudrait en priorité étudier et distribuer des renseignements sur l'impact des initiatives actuelles en matière de GCE. Les outils pouvant contrôler l'impact de la GCE et démontrer comment ces initiatives pourraient s'appliquer à d'autres collectivités sont rares et espacés. L'élaboration de ces outils et l'exécution d'études sur les localités de tout le pays seraient un important moyen pour nous de mieux comprendre les avantages de la GCE.

La forme urbaine est en évolution constante. La banlieue des années 70 et 80, dépendante de l'automobile, est très différente des aménagements de banlieue plus compacts des années 50 et 60, et les formes collectives des décennies futures seront façonnées par les contraintes démographiques, économiques et environnementales difficiles, sinon impossibles, à prévoir. Nous savons bel et bien que la planification et les politiques des gouvernements locaux ont un profond impact sur la forme urbaine et sur le niveau et le type connexes de consommation d'énergie dans la collectivité. L'expansion des banlieues autour de Toronto, de Vancouver et d'autres villes canadiennes exige plus d'énergie et est plus dépendante de l'automobile que par le passé, et les politiques et les investissements en infrastructure des gouvernements provinciaux et administrations municipales sont largement responsables de cette différence. La gestion communautaire de l'énergie offre la possibilité d'une réduction très marquée et à long terme du stress environnemental, y compris les émissions de gaz de serre, dans les villes et villages canadiens. Bien que les objectifs assez modestes de réduction des émissions, prévus dans le Protocole de Kyoto, puissent être possibles avec une innovation technologique progressive des actuelles infrastructures et formes urbaines, la possibilité d'atteindre des réductions à long terme, profondes et permanentes des émissions de gaz de serre au Canada exigera certainement l'élaboration et l'application d'une capacité de GCE dans tout le pays.

BIBLIOGRAPIE

Arkay, Katherine et Caroline Blais, (1996), *Le choix des réseaux thermiques au Canada*, Ressources naturelles Canada.

Bartholomew, Keith A., (1992), *City Planning, Energy and the Environment OECD Workshop*, 21-22 mai 1992, Newcastle upon Tyne, Portland Oregon Case Study.

B.C. Energy Aware Committee, (1997), *A Tool Kit for Community Energy Planning in B.C.*, préparé par Compass Resource Management Ltd. et The ARA Consulting Group, Vancouver.

Bernsen, Else, (1991), *District Heating, Combined Heat and Power, and Urban Infrastructure: Co-ordination of City Planning and Energy Supply, Draft State of the Art Paper*, OCDE, Direction de l'environnement, Groupe des affaires urbaines, avril.

Blais, Pamela, (1996), *The Economics of Urban Form*, préparé pour le GTA Task Force, Berridge Lewinberg Greenberg Dark Gabor Ltd., janvier.

California Energy Commission, (1993), *Energy Aware Planning Guide*, Sacramento, janvier.

Calthorpe, Peter, (1991), *The Post-Suburban Metropolis, Whole Earth Review*, hiver.

CETC (Centre de technologie de l'énergie de CANMET), (1997), *The Potential for CO_2 Emission Reductions in Canada by Implementing District Heating Systems*, CANMET, septembre.

City of Newcastle Upon Tyne, (1992), *Energy and The Urban Environment: Strategy for a Major Urban Centre – Newcastle Upon Tyne, Royaume-Uni*, conseil municipal de Newcastle Upon Tyne, mai.

SCHL (Société canadienne d'hypothèques et de logement), (1982), *Tumbler Ridge Planning Framework for Energy Conservation Planners*, Division de la recherche technique, Secteur de la recherche et de l'élaboration des propositions, SCHL, Ottawa.

____, (1995), *Le repeuplement de villes : Initiatives canadiennes de densification résidentielle, Research & Development Highlights*, numéro 20, janvier.

____, (1997), *Approches traditionnelles et nouvelles en matière d'aménagement, Phases I : Coûts de l'infrastructure.*

____, (1998), *Capter le soleil : Techniques solaires passives et modèles de maisons.*

D'Amour, David, (1993), *Vue d'ensemble des liens entre le développement durable et l'habitation*, Société canadienne d'hypothèques et de logement, juillet.

Duany, Andres, (1991), *Land Use, Urban Form and Environment*, Metro 1991 Growth Conference Proceedings.

Dunphy, Robert T. et Kimberly Fisher, (1993), *Transportation, Congestion, and Density: New Insights*, Urban Land Institute, août.

Energy Victoria, Environment Protection Autority, Department of Infrastructure, (1998), *Urban Village Tool Kit*, février.

Energy Victoria, Environment Protection Autority, Department of Infrastructure and Energy Research and Development Corporation, (1996), *Urban Villages Project – Encouraging Sustainable Urban Form – Summary Report*, août.

Essiambre-Phillips-Desjardins Associates Ltd., J.L. Richards & Associates Limited et C.N. Watson Associates Ltd., (1995), *Infrastructure Costs Associated with Conventional and Alternative Development Patterns: Summary Report*, SCHL et Municipalité régionale d'Ottawa-Carleton, juin.

Global Cities Project, (1993), *Building Sustainable Communities, An Environmental Guide for Local Government; Land Use: Stewardship and the Planning Process*, Centre for the Study of Law and Politics, mai.

Grant, Jill et coll., (1993), *Développement durable et plan d'occupation résidentielle des sols*, Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa.

Holtzclaw, John, (1993), Sustainability: *Where Cities and Cars Collide*, Community Sustainability Conference, George Mason University, Sierra Club, 19 novembre.

Hygeia Consulting et REIC Ltd., (1997), *Valeurs en évolution dans des collectivités en évolution : Guide des collectivités saines et durables*, Société canadienne d'hypothèques et de logement.

IBI Group, (1990), *Greater Toronto Area Urban Structure Concepts Study: Background Report*, préparé pour le Greater Toronto Coordinating Committee.

International Council for Local Environmental Initiatives, (1997), *Reducing Greenhouse Gas Emissions from the Transportation Sector – Workshop #3*, The Cities for Climate Protection Campaign-US Workshop, Santa Monica, Californie, 5-8 février.

IRT Environment, Inc., (1992), *Sacramento Municipal Utility District – Commercial Lighting & Industrial Program.*

Jaccard, M., L. Failing et T. Berry, (1997), « From Equipment to Infrastructure: Community Energy Management and Greenhouse Gas Emission Reduction », *Energy Policy*, vol. 25, no 13, pp. 1065-1074.

Jessup, Phillip et Ralph D. Torrie, (1996), *Saving the Climate – Saving the Cities*, 3e édition, International Council for Local Environment Initiatives, Toronto.

JHK & Associates, Inc. et Brady and Associates, (1995), *Transportation-Related Land Use Strategies to Minimize Motor Vehicle Emissions: An Indirect Source Research Study, Final Report*, California Air Resources Board et la California Environmental Protection Agency, juin.

Kates, R.W. et R. Torrie, (1998), « Global Changes in Local Places », *Environment*, vol. 40, no 2:5, pp. 39-41.

Loder and Bayly Consulting Group, RJ Nairn & Partners Pty Ltd., Sustainable Solutions Pty Ltd., PPK Consultants Pty Ltd., (1993), *Greenhouse Neighbourhood Project: The Low Energy Suburb, Summary Report*, Environment Protection Authority et Energy Victoria, juillet.

MacRae, Morgan, (1992), *Realizing the Benefits of Community Integrated Energy Systems*, Canadian Energy Research Institute, Study no. 45, ISBN 0-920522-76-9, juin.

Metro DES Working Group, (1995), *The Potential for District Energy in Metro Toronto*, Metro Toronto Works Department, CANMET et Ontario Hydro, mars.

Miller, Eric J. et coll., (1993), *Quantitative Analysis of Urban Transportation Energy Use and Emissions: Phase I Final Report*, University of Toronto, mai.

Newman, Peter et G. Kenworthy, (1989), *Cities and Automobile Dependence – An International Sourcebook*, Gower Publishing Company Limited.

Newton, P.W. (Ed), (1997), *Re-Shaping Cities for a More Sustainable Future – Exploring the Link Between Urban Form, Air Quality, Energy and Greenhouse Gas Emissions*, Australian Housing and Urban Research Institute, novembre.

NOVEM (Agence néerlandaise pour l'énergie et le développement), (nd), *Ecolonia – Demonstration Project for Energy and Environmentally Aware Building and Living*.

RNCan (Ressources naturelles Canada), (1996), *District Energy*, Michael Wiggin, Energy Systems Technology Implementation Group, Centre de technologie de l'énergie de CANMET, Ottawa.

OCDE (Organisation de coopération et de développement économique), (1990), *Déplacements urbains et développement durable* (grandes lignes d'un document de discussion), Paris, novembre.

____, (1994), *How to Combat Global Warming at the Local Level*, Conférence d'Heidelberg, Allemagne, 7-9 septembre.

Ontario Hydro, (1992), Espanola Power Savers Project Video, mai.

Ministère des Transports de l'Ontario et ministère des Affaires municipales et du Logement de l'Ontario, (1992), *Transit Supportive Land Use Guidelines*, Toronto.

Oregon Department of Energy, Washington State Energy Office, California Energy Commission, (1996), *The Energy Yardstick: Using PLACE3S to Create More Sustainable Communities*, Center of Excellence for Sustainable Development, U.S. Department of Energy, août.

Owens, Susan, (1991), *Land Use Planning, Siting and Building Regulations: Setting the Right Directions for Efficient Urban Stuctures in the Long Term, Draft State of the Art Paper*, OCDE, Direction de l'environnement, Groupe des affaires urbaines, avril.

Perl, Anthony et John Pucher, (1995), « Transit in Trouble? » *Canadian Public Policy Journal*, Queen's University, Kingston.

Public Technology, Inc., (1989), *The Hidden Link: Energy and Economy Development – Phase II Marketing and Financing Strategies for Community Energy Projects*, U.S. Department of Housing and Urban Development, Washington, janvier.

Rocky Mountain Institute, (1995), *Community Energy Workbook – A Guide to Building a Sustainable Economy*, Alice Hubbard and Clay.

Soberman, Richard M., et Eric J. Miller, (1997), *Full Cost Pricing and Sustainable Urban Transportation: A Case Study of the Greater Toronto Area*, ministère des transports de l'Ontario, novembre.

Torrie, Ralph, (1996a), « Personal Mobility is Not What It Used To Be », *Ecodecision*, vol. 21, Montréal, été.

____, (1996b), *Urban Greenhouse Gas Inventories and Emission Reduction Assessment in Canada – Methodological and Analytical Issues*, International Council for Local Environmental Initiatives.

Torrie, Ralph and Phil Jessup. (1995). *Saving the Climate, Saving the Cities, A Handbook on Climate Change for Local Government.* International Council for Local Environmental Initiatives, Toronto.

Torrie, Ralph D., (1993), « Cities and CO_2: Research Results and Policy Implications from the Urban CO_2 Reduction Project », préparé pour l'International Council for Local Environmental Initiatives Municipal Leader's Summit on Climate Change and the Urban Environment, Nations Unies, New York, janvier.

_____, (1996), *Urban Greenhouse Gas Inventories and Emission Reduction Assessment – Toward a Standardized Quantification Framework*, Torrie Smith Associates et ICLEI, décembre 1995, révisé 1996.

Torrie, Ralph D. et Robin Kinsley, (1996), « Urban Greenhouse Inventories and Emission Reduction Assessment in Canada – Methodological and Analytical Issues », Torrie Smith Associates, rapport rédigé pour la Ville d'Ottawa et Environnement Canada.

_____, (1997), « ICLEI – Cities for Climate Protection Campaign Protocol and Guidelines for Reporting », Draft 2.2.

Torrie, Ralph, Torrie Smith Associates, (1995), *Energy for Sustainable Cities – Thinking Globally and Acting Locally*, A Strategic Discussion Paper of the International Council for Local Environmental Initiatives, Toronto, juin.

_____, (1996), *Business Strategies for Sustainable Development in the Canadian Energy Sector*, document de discussion pour la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie, atelier sur les affaires et l'environnement, Montréal, octobre.

Torrie Smith Associates, (1994), *Environmental Improvement through Urban Energy Management – Canadian Overview*, Société canadienne d'hypothèques et de logement, Ottawa, août.

_____, (1997a), *Greenhouse Gas Emission Reductions – Quantification Guidelines for TAF Applicants*, préparé pour le Toronto Atmospheric Fund, ICLEI.

_____, (1997b), *Cities for Climate Protection Greenhouse Gas Emissions Software – User's Guide*, Version 2.0, International Council for Local Environmental Initiatives.

Transports Canada, Environnement Canada, Ressources naturelles Canada, ministère des Finances Canada, Industrie Canada et Marbek Resource Consultants, (1998), *Foundation Paper on Climate Change – Transportation Sector (Initial Draft)*, juin.

Urban Consortium Task Force, (1992), *Sustainable Energy – A Local Planning Guide for a Sustainable Future*, décembre.

Weissman, Steve et Judy Corbett, (1992), *Land Use Strategies for More Livable Places*, California Local Government Commission, Sacramento.